

UNIVERSIDAD PANAMERICANA

“APLICACIÓN VALUE ENGINEERING EN LA CONSTRUCCIÓN MODERNA”

JORGE OCTAVIO NAVA RUELAS

Tesis presentada para optar por el grado de “Maestría” en
“Administración de la Construcción” con
Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios de la
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA,
según acuerdo número 994188 con fecha 09-VII-99.

Zapopan, Jal., Agosto del 2013



UNIVERSIDAD PANAMERICANA
CAMPUS GUADALAJARA

Zapopan, Jalisco. Agosto 2013

MTRO. FRANCISCO ALEJANDRO OROZCO ARGOTE
PRESIDENTE DE LA COMISIÓN DE
EXÁMENES DE GRADO
P R E S E N T E.

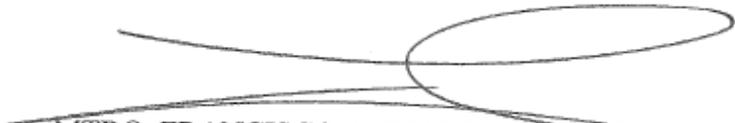
Me permito hacer de su conocimiento que Sr. Jorge Octavio Nava Ruelas, ha concluido satisfactoriamente su trabajo de titulación con la alternativa TESIS, titulada:

“APLICACIÓN DE VALUE ENGINEERING EN LA COSNTRUCCIÓN MODERNA”

Manifiesto que, después de haber sido dirigida y revisada previamente, reúne todos los requisitos técnicos para solicitar fecha de Examen de Grado.

Agradezco de antemano la atención prestada y me pongo a sus órdenes para cualquier aclaración.

A T E N T A M E N T E



MTRO. FRANCISCO ALEJANDRO OROZCO ARGOTE
ASESOR DE TESIS



UNIVERSIDAD PANAMERICANA
CAMPUS GUADALAJARA

DICTAMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

C. Sr. Jorge Octavio Nava Ruelas
Presente.

En mi calidad de presidente de la Comisión de Exámenes de Grado, y después de haber analizado el trabajo de titulación presentado por usted en la alternativa de **TESIS**, titulada:

“APLICACIÓN DE VALUE ENGINEERING EN LA COSNTRUCCIÓN MODERNA”

Le manifiesto que reúne los requisitos a que obligan los reglamentos en vigor para ser presentado ante el H. Jurado del Examen de Grado, por lo que deberá de entregar ocho ejemplares como parte de su expediente al solicitar el examen.

ATENTAMENTE



MTRO. FRANCISCO ALEJANDRO OROZCO ARGOTE
PRESIDENTE DE LA COMISIÓN
DE EXAMENES DE GRADO

DEDICATORIA

A Rocio y Emilio, mis padres, que me brindaron su apoyo; me enseñaron que nada es fácil y sobre todo que me han mostrado el camino y me han tenido paciencia.

A Lizzeth, Charo y Emilio mis hermanos que a tirones y empujones siempre han estado conmigo a un lado, atrás y adelante, apoyándome y alentándome a seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecerle a mis tíos Chela y Alejandro que me ayudaron a que esto fuera posible, a mi tía Silvia y tío Fernando, gracias por todo.

También quiero agradecer a mis maestros que a lo largo de mi formación me han enseñado a no rendirme, en especial al Ingeniero Nissim Hasson por aceptar guiarme en este trabajo y ayudarme a que terminara, infinitas gracias.

A Isabel por apoyarme, alentarme y estar a mi lado.

A mis amigos que en las buenas y en las malas han estado conmigo por su amistad gracias.

RESUMEN

Esta tesis se realizó con la finalidad de conocer cómo es que estamos implementando las nuevas herramientas en la construcción, en especial para corregir errores antes de que se presenten para disminuir los costos en tiempo y dinero.

El sector de la construcción necesita una herramienta que le ayude a reducir sus costos en tiempo y costo por retrabajos, por lo que esta herramienta puede proveer una posible solución.

Se realizó mediante el estudio de Value Engineering aplicado a la construcción, así como si es posible su aplicación en nuestro sector, ya que son herramientas tomadas de otra industria.

La aplicación de Value Engineering a la construcción puede mejorar procesos y si estos los aplicamos al sector de la construcción se pueden obtener grandes beneficios medidos a través de la utilidad final por proyecto.

Value Engineering es una gran herramienta que nos ayuda a reducir costos sin sacrificar la calidad, esto quiere decir, mayor ahorro para la contratante que en el caso de México; la mayor contratante es el gobierno. Si lo traducimos esto sería mayor cantidad de proyectos que se pueden implementar y a su vez mejorar el entorno socioeconómico en el que se encuentra nuestro país.

La Aplicación de Value Engineering consiste en la formación de un equipo multidisciplinario, en el cual se desarrollan las diferentes etapas del estudio, teniendo como resultado las recomendaciones aplicables al proyecto en cuestión; cabe mencionar que por lo único de cada proyecto es necesario elaborar un estudio de Value Engineering por proyecto ya que lo que funciona para uno puede no satisfacer las necesidades para otro.

Las recomendaciones finales del estudio se presentan en forma escrita soportada por planos y por un nuevo catálogo, la cual debe de ser presentada ante las personas que solicitaron el estudio, el seguimiento y posible aplicación depende únicamente de la contratante y el estudio finaliza con la etapa de presentación.

ÍNDICE

Introducción	11
1. Marco Teórico	16
1.1 Introducción	16
1.2 Fuentes de Información	16
1.3 Resistencia al Cambio.....	16
1.4 <i>Value Engineering</i>	17
1.4.1 Filosofía de <i>Value Engineering</i>	18
1.4.2 Aplicación de <i>Value Engineering</i>	19
1.4.3 Inicio del estudio	22
1.5 Proceso de <i>Value Engineering</i>	24
1.5.1 Modelo de Aplicación.....	25
1.5.2 Diagrama FAST	27
1.5.3 Por qué falla el estudio.....	34
1.6 Construcción.....	34
1.7 Observaciones y Comentarios.....	35
2. Medición.....	36
2.1 Introducción	36
2.1.1 Población y muestra.....	36
2.2 Método de Medición.....	37
2.2.1 Descripción del Procedimiento	38
2.3 Diseño de la Herramienta de Medición	38
2.4 Resultados	41
2.5 Observaciones y Comentarios.....	44
3. Análisis.....	45
3.1 Introducción	45
3.2 Método de Análisis.....	45
3.3 Análisis de la Muestra	46
3.4 Resultados	46
3.5 Observaciones y Comentarios.....	58
Conclusiones	59
Bibliografía:	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de Resultados	42
------------------------------------	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Relación Precio - Valor	18
Figura 2. Etapas de estudio de Value Engineering	20
<u>Figura 3. Áreas de las cuales se tomó la muestra.....</u>	<u>47</u>
Figura 4. Edad de los encuestados.....	47
<u>Figura 5. Principales contratantes dentro del estado.....</u>	<u>48</u>
Figura 6. Revisión de proyectos.....	48
Figura 7. Errores presentes en las obras	48
Figura 8. Errores con gran impacto en la correcta ejecución de los trabajos.....	49
Figura 9. Relación de sobre costo en las obras por Compañía	49
<u>Figura 10. Costo de los re trabajos en la obra proyecto.....</u>	<u>51</u>
Figura 11. Atraso de acuerdo a lo presupuestado.....	50
<u>Figura 12. ¿Qué tan interesados están en la nueva herramienta?.....</u>	<u>52</u>
Figura 13. Conocimiento de las nuevas herramientas.....	51
<u>Figura 14. Herramientas que más se conocen en el sector.....</u>	<u>53</u>
Figura 15. Conocimiento acerca del tema.....	52
<u>Figura 16. Aplicación.....</u>	<u>54</u>
Figura 17. Solución del estudio.....	53
<u>Figura 18. ¿Por qué aplicar Value Engeneering?.....</u>	<u>55</u>
Figura 19. Inversión en el estudio.	54
<u>Figura 20. Cambios para el éxito en el estudio.....</u>	<u>56</u>
Figura 21. Aplicación de las mejoras obtenidas en el estudio.	56
Figura 22. Resistencia al cambio.	56
<u>Figura 23. Evaluación de proyectos.....</u>	<u>58</u>
Figura 24. Aplicación y beneficios.....	58

ÍNDICE DE FORMATOS

Formato 1. Fase de Investigación (Fuentes).....	25
Formato 2. Investigación Relación de Costo-Precio.....	26
Formato 3. Fase de Lluvia de Ideas.....	28
Formato 4. Fase de Evaluación	28
Formato 5. Fase de Evaluación por Matrices.....	30
Formato 6. Fase de Desarrollo (Recomendaciones).....	30
Formato 7. Fase de Desarrollo (Croquis o Planos)	31
Formato 8. Fase de Desarrollo (Tabla de Ahorros)	32
Formato 9. Presentacion (tabla de Aternativas)	33

Introducción

El por que de la tesis

Debido a los estudios realizados de la licenciatura y especialidad, me llama la atención la falta de nuevas tecnologías aplicadas a la construcción, en este caso *Value Engineering*.

La herramienta *Value Engineering* es tomada de la parte de la industria manufacturera, que no se parece mucho a la construcción, esto debido a que cada proyecto es único con características especiales, lo que se pretende es buscar cuales son los procesos que por su desempeño pueden ser repetitivos y estos a su vez estandarizables.

Por otro lado, se podría decir que lo que se está buscando cada vez más, es que las nuevas construcciones sean auto sustentables y amigables con el medio ambiente, aquí es donde entran los estudios hechos con anterioridad ya que para realizar esto se requiere de la electrónica, parte de la robótica y gran parte de control, ya que esta ultima busca controlar en mayor parte los recursos naturales con que se cuenta en el proyecto, tal puede ser energía solar, reciclaje de agua de lluvia, así como factores como el viento por el lado del aprovechamiento de energía y recursos. Por el lado del medio ambiente se busca que se construya con materiales verde, esto quiere decir, que en su fabricación se contamine lo menos posible o si es el caso de materiales reciclados, lo que hace al proceso sustentable ya que se evitaría contaminar más.

Para la realización de este proyecto, lo que se pretende investigar es como desarrollar un proyecto de *Value Engineering* y como poder implementarlo o como desarrollar un modelo para su ejecución, y por la parte de leed, cuales cuáles son las nuevas tecnologías para la construcción de proyectos que cumplan con estas normas.

Antecedentes

La importancia de la ingeniería de valor en la industria de la construcción ha crecido de la misma manera que la comprensión de la noción de que la ingeniería de valor funciona mejor como un proceso integrador, colaborador y no como una serie de exámenes individuales. El método tradicional de diseño – licitación – construcción para el desarrollo de instalaciones representa un obstáculo para la ingeniería de valor.

En distintos escenarios, los arquitectos, ingenieros, especialistas de adquisiciones y personal de administración de proyectos no pueden realmente considerar la creación del valor; les falta el control sobre los resultados totales del proyecto y pueden considerar molesto tener que coordinar ideas creadoras de valor. De igual modo, trabajar por separado hace que la ingeniería de valor sea ineficiente. Dependiendo de las prioridades del propietario, la pérdida de tiempo puede poner en peligro el valor creado por la recomendación dada.

En los proyectos de construcción de México el término *Value Engineering*, es relativamente nuevo, en Estados Unidos de América es un requisito indispensable para que un proyecto sea aceptado.

El método de *Value Engineering* fue desarrollado durante la Segunda Guerra Mundial por Larry Miles como una forma efectiva de encontrar un adecuado reemplazo de componentes que podrían ser usados para manufacturar utensilios comerciales. Durante la guerra, las partes y los materiales que no eran dedicados al "esfuerzo de la guerra" no era la prioridad de nadie, excepto quizá para las mujeres trabajadoras que tenían dinero y necesitaban simplificar sus tareas del hogar. General Electric fue determinante en tomar ventaja en el mercado y Larry Miles hizo que el programa triunfara. La solución de Larry al problema fue crear un equipo con un rango diferente de perspectivas y experiencia, y preguntó cinco cosas enfocadas sobre el problema. ¿Cuáles son las partes del problema? ¿Qué hacen? ¿Cuánto cuestan? ¿Quién más haría el trabajo? y ¿Cuánto costaría?

Value Engineering contribuye al proceso de obtención de una solución óptima al problema de diseño de un proyecto de construcción. Los factores que determinan un proyecto de construcción y sus costos se enumeran y estos

factores se dividen en dos grupos: uno se refiere al grupo de ingeniería de sistemas específicos, mientras que el otro es de carácter general y se refiere a todo el edificio. Ingeniería de valor es eficaz porque sus procedimientos de dar oportunidades para aumentar los problemas de diseño asociados con el último grupo de factores.

Hipótesis

El uso de la herramienta *Value Engineering*, mejorará la eficiencia en costo y tiempo de las obras en la construcción moderna.

Objetivos

Objetivos generales:

- Dar a conocer esta nueva herramienta a los constructores del área de estudio.
- Estudiar el análisis de proyectos para su elaboración y ejecución.
- Proponer un modelo para su demostración.

Objetivos específicos:

- Detectar el uso de las herramientas para el control en la construcción actualmente.
- Detectar si existe alguna resistencia al cambio
- Sector más vulnerable a sobre costo y atrasos en obra.

Alcance del Proyecto

Aunque en algunas ocasiones se le considera erróneamente como un método para reducir costos de una instalación, los méritos de la Ingeniería de Valor cada vez tienen mayor relevancia en la Organización del Diseño y Construcción integrados.

Debido a lo novedoso del tema y que es prácticamente desconocido en México ya que su principal campo de acción se desempeña en E.E.U.U. nuestra investigación se centrará en la posible aplicación en el estado de Zacatecas que será donde se realizarán las mediciones y el experimento para la posible ejecución, que es lo que se tratará de comprobar, crear un modelo, para su

posible ejecución dejando la línea de investigación abierta para los demás estados de la República Mexicana.

Metodología

El procedimiento a seguir será primeramente conocer el estado en el que las compañías constructoras del estado están llevando a cabo sus procesos de ingeniería.

Una vez conociendo el estado en el que están trabajando, se procederá a la elaboración de un formato en el cual se analizarán en forma conjunta si es que trabajan de una manera coordinada entre departamentos o no; teniendo estos resultados lo siguiente será comenzar a medir y ver cuáles son las áreas que están menos involucradas en el sistema, con esto se logrará una de las principales metas que es el trabajo en conjunto de *Value Engineering* para analizar cuáles fueron sus principales fallas, para después ver como se pudieran solucionar de manera conjunta todos los departamentos e ir integrando y consolidando esta nueva herramienta que si se sabe aprovechar, se pueden obtener grandes resultados.

Descripción de la Tesis

En este trabajo de investigación lo que se trata de abordar es como se podría implementar el concepto de *Value Engineering* en la construcción moderna, para lo cual se divide en dos partes, una que serán los aspectos generales y otra la de mediciones, análisis y conclusiones a las que se puede llegar.

En el capítulo de generalidades; parte de los hechos como están, que es lo que se ha hecho y como está nuestro entorno acerca de este tema. Aquí se explicarán cuales son las herramientas y el por qué se está buscando una posible solución al problema, enmarcado por nuestra hipótesis, para así concretar los objetivos generales y específicos.

En el capítulo dos se plantearán los modelos para tomar nuestras referencias para poder hacer así nuestras mediciones y conocer concretamente cuales es

nuestro panorama y cuales fueron nuestras observaciones, para así dar nuestras recomendaciones al problema.

1. Marco Teórico

1.1 Introducción

En este capítulo se hará la recopilación de información acerca de *Value Engineering* en la construcción, qué se conoce y de dónde se ha importado esta poderosa herramienta a la construcción.

El término *Value Engineering* viene de la industria manufacturera de la cual se partirá para buscar que se ha hecho en construcción en el mundo, para después investigar si se han hecho estudios en la República Mexicana.

Las variables a analizar son *Value Engineering* que se conoce, que herramientas son usadas.

1.2 Fuentes de Información

Nuestras fuentes de información serán *journals*, dependencias de gobierno así como textos enfocados a calidad en la construcción, libros especializados en el tema de *Value Engineering*.

Algunos autores que por su investigación a este tema han sido de gran utilidad para el desarrollo de esta tesis son: Richard J. Park con su libro "*A Plan For Invention*" y Donald E. Parker, "*Value Engineering Theory*" de los cuales se extrajo información que fue de gran ayuda para comprender el tema.

1.3 Resistencia al Cambio

¿Se resiste usted al cambio?

El progreso es una maravilla que involucra siempre a alguien más; cuando una nueva idea se presenta puede afectar parte del medio donde esta se desarrolla.

La resistencia al cambio es natural, comenzar a utilizar nuevas ideas, herramientas o cambiar los hábitos ya establecidos crea conflicto dentro de la empresa o sector donde se pretende implementar; ya que el cambio siempre

implica un riesgo de poder fracasar, lo que hace más difícil poder implementar las nuevas ideas dentro de ese sector.

1.4 *Value Engineering*

Su traducción es ingeniería de valor, surge en la segunda guerra mundial, desarrollada por *General Electric* (<Larry Miles, 1947>), en el cual se buscaba hacer más eficientes los procesos, que se ve reflejado en un bajo costo sin sacrificar la calidad.

Una de las más efectivas formas de reducción de costo de los recursos disponibles para el futuro, es la aplicación *Value Engineering*, ya que ofrece diferentes maneras no sólo de solución de problemas, ya que ayuda a identificar por qué es tan difícil resolver los problemas con eficacia y eficiencia.

Trabajar con *Value Engineering* es como abrir la caja de pandora, una vez abierta existen muchas maneras de ver el enfoque práctico que se le puede dar; esta herramienta solamente muestra los aspectos relacionados con el costo y su análisis.

Value Engineering sirve para determinar si se está gastando bien la inversión o si no se está obteniendo algún valor, el objetivo de esto es mostrar cómo se puede aplicar esta técnica para resolver problemas de costo o que implique algún cambio en procesos de ejecución.

Value Engineering ayuda a entender y resolver problemas tanto de organización como de diseño así como del desarrollo del proyecto. Para ello se requiere del factor humano en varias áreas. Pero requiere gran capacidad para entender las ideas de las demás personas, se requiere tener cierto conocimiento de cómo se canalizar las ideas de las demás partes del equipo que está por conformarse, así mismo entender que no todas las personas tienen el mismo periodo y capacidad creativa.

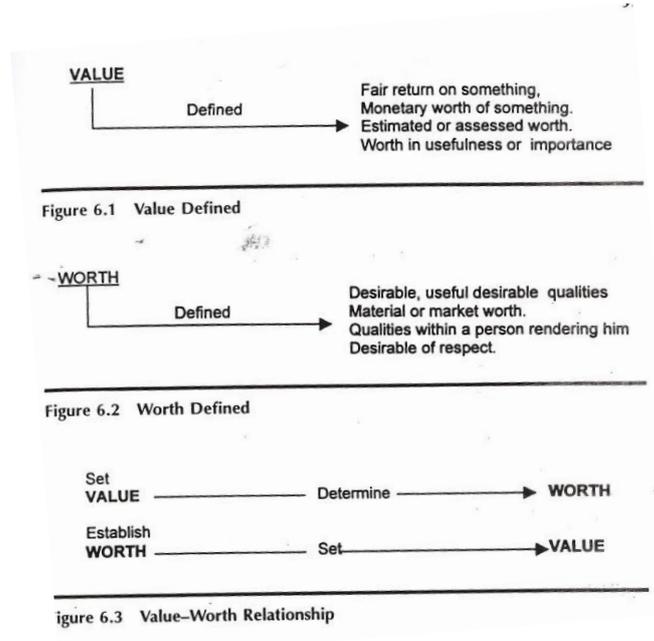


Figura 1. Relación Precio - Valor

Hoy en día el éxito está ligado al trabajo en equipo; estas nuevas técnicas están relacionadas directamente con esta filosofía en la cual se conjunta el factor humano y lo que este aporte al proyecto; es lo que *Value Engineering* busca para tener éxito. El conocimiento y las capacidades de cada miembro del equipo es lo que el líder del equipo debe canalizar y plasmar en el proyecto para que este tenga éxito.

1.4.1 Filosofía de Value Engineering

Dos grandes diferencias que marcan esta nueva filosofía que son:

1. Enfoques no convencionales a la solución de problemas, sin restringir la imaginación con un solo objeto o un método específico.
2. Concentrarse en la función o que es lo que hace el proyecto, esto ofrece una gran cantidad de soluciones bastante creativas para resolver los problemas.

Este método está basado en un análisis de funciones; que es lo que hace el proyecto o dicho en otras palabras ¿Qué es el proyecto en sí?, el principal objetivo de esta técnica es forzar a las personas a que piensen diferente, no se cierran a buscar soluciones ya aplicadas con anterioridad, buscar nuevos métodos para la solución de la función que está ocasionando un problema.

La Sociedad Americana de *Value Engineers* (SAVE), propone las siguientes técnicas para su aplicación:

1. Identificar las funciones del proyecto.
2. Establecer un valor monetario para las funciones.
3. Proporcionar las funciones requeridas del costo menor total.

Con estos pasos se puede implementar un plan de trabajo, que es la siguiente etapa de nuestro estudio, en el cual se explican las fases a seguir que es de suma importancia ya que aquí se explican las fases del programa y se estructura el equipo de trabajo.

1.4.2 Aplicación de *Value Engineering*

Duración del Proyecto

Un estudio de *Value Engineering* por lo general abarca tres etapas. (Ver Figura 1, página 19):

1. Pre-Taller (Preparación)
2. Taller (Ejecución del Plan de Trabajo)
3. Post-Taller (Documentación e Implementación)

La duración típica de la etapa de Taller es de cinco días (no incluye el previo al taller y los esfuerzos de post-taller), se debe aplicar tiempo suficiente a la aplicación de la metodología para procesar y documentar los resultados del equipo.

Acortar el tiempo para ejecutar las etapas del estudio puede darnos al final un resultado menos óptimo que el esperado.

Los proyectos de amplio alcance y complejidad pueden requerir 10-15 días o más para alcanzar los objetivos del estudio. Examinar los factores que influyen en este, es importante para asegurar que el tiempo asignado es apropiado y debe abordarse como parte fundamental de la planificación por adelantado.

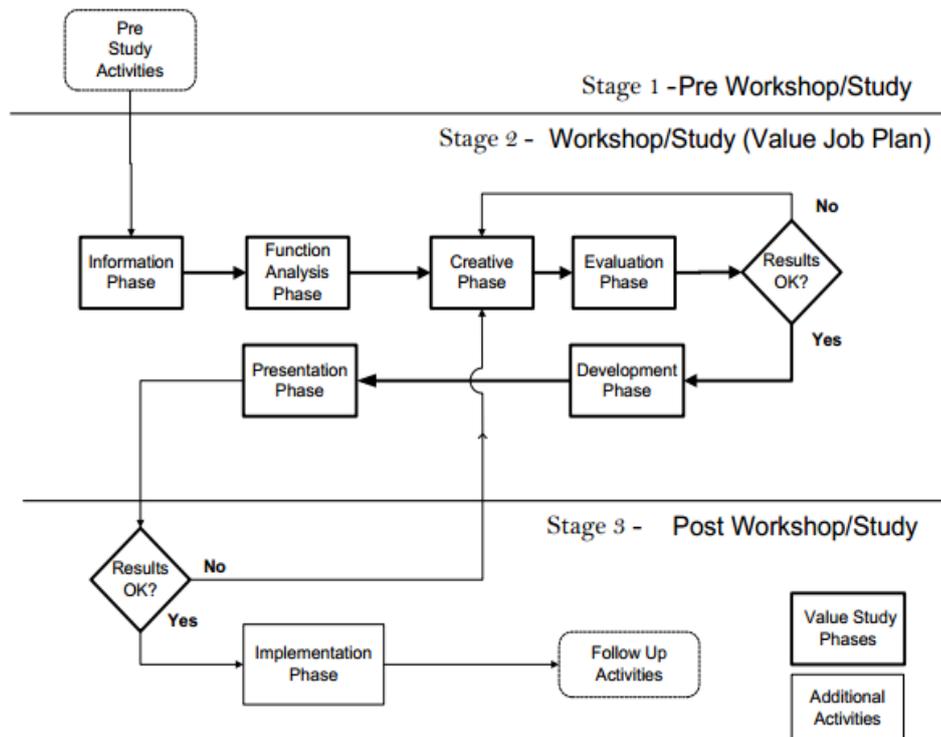


Figure 1.
Value Study Process Flow Diagram

Figura 2. Etapas de estudio de Value Engineering

1.4.2.1 Formación del estudio

Plan de trabajo por etapas:

Etapa 1. Información

En esta etapa se define el problema, esta es la más larga y la que tiene mayor complejidad, aquí se consumen aproximadamente la mitad del tiempo asignado para el proyecto, se siguen varios puntos que deben estar bien definidos para que esta etapa quede resuelta, estos son: orientación, determinar el costo del proyecto, definición de funciones, principales objetivos, definir las oportunidades. Así como, la construcción de un diagrama que explica: cómo, cuándo y por qué de las funciones a delimitar.

Etapa 2. Creativa (Lluvia de ideas)

En esta etapa la única limitación es el cielo, para iniciar la lluvia de ideas es poner en orden todas las funciones definidas, aquí se hace la diferencia entre funciones que agregan valor y las que sólo son un costo, todas las ideas son discutidas y a su vez descartadas si no cumplen con los propósitos propios de *Value Engineering*.

Etapa 3. Evaluación

En esta etapa se analizan y evalúan todos aspectos obtenidos de la etapa creativa, el objetivo de esta etapa es desarrollar alguna idea obtenida y que pueda aportar una posible solución a una parte específica del estudio; si no se encontraron aquí es necesario reevaluar la lista.

El primer paso en la etapa de evaluación, es eliminar todos aquellos que no tienen potencial de análisis. El siguiente paso es reevaluar la lista y analizar todos aquellos que si tiene potencial para un futuro desarrollo; siempre buscar más de una posible solución para posibles imprevistos no analizados.

Después de analizarlas se procede a agruparlas en diferentes categorías por ejemplo: materiales, métodos de sujeción, estructuras, etc.

Etapa 4. Planeación

En esta etapa se organizan todas las ideas obtenidas de la etapa de evaluación en conceptos que puedan aportar soluciones prácticas al proyecto, aquí es necesario evaluar los efectos de cada una de las ideas propuestas. Será de suma importancia para el pronóstico del costo total del proyecto como se verán afectados por estos cambios así como la implementación de nuevos equipos, el efecto organizacional y otros escenarios posibles.

Etapa 5. Reporte

Finalmente, se presentan las recomendaciones para su aprobación, aunque ésta es la última etapa del trabajo, no es la menos importante; si las ideas y recomendación no son presentadas en una forma efectiva, una excelente recomendación puede perderse. Se debe recordar que es muy difícil vender una pobre recomendación, no importa que tan buena presentación tenga.

La recomendación final es realizar una venta y se deben cuidar los puntos clave de ésta, uno de los más grande desastres que le puede ocurrir al equipo de presentación, es hacer un excelente plan de trabajo y una excelente presentación pero no especificar el plan de acción para los que toman las decisiones.

Etapa 6. Implementación

Aun que la implementación no es parte del trabajo del proyecto, cada proyecto debe tener un líder. Este es el que por muchas razones será el responsable del proyecto así como de los miembros de su equipo, este será el encargado de una vez realizado el proyecto continuar con el seguimiento propio del proyecto y de su posible desarrollo.

1.4.3 Inicio del estudio

Estructuración del equipo

La composición del equipo debe ser de las varias áreas que involucre el proyecto, esto se hace con la finalidad de aportar un mayor conocimiento, se deben de considerar muchos aspectos; la elección de los miembros del equipo debe hacerse con mucho cuidado y poniendo atención a esta etapa ya que de esto dependerá el éxito del estudio, se deben analizar diferentes perfiles para cada área de estudio, el equipo estará conformado con un máximo de 6 personas y un mínimo 4, apoyados por expertos y consultores.

Un aspecto importante a considerar dentro de la estructuración del equipo son las relaciones humanas; problemas potenciales en este tema dependerá del éxito de nuestro estudio, algunos aspectos importantes a considerar son los siguientes:

1. Contactos con los miembros del equipo y sus fuentes de información.
2. Las relaciones del equipo de estudio.
3. Contacto con las personas a las que se le está elaborando el estudio.
4. Honestidad, individualidad, pensamiento positivo, así como, flexibilidad.

1.4.3.1 Desarrollo de las etapas

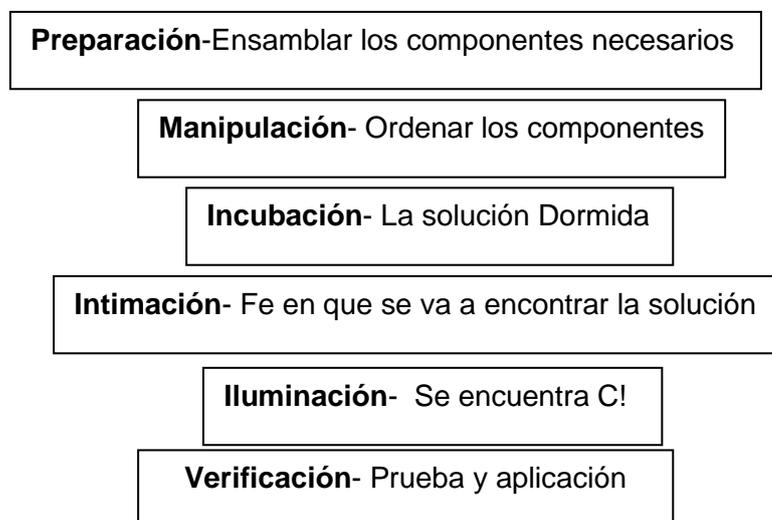
Recopilación de información

Los parámetros a considerar son: considerar todos los hechos, obtener las mejores fuentes de información, ésta debe ser nueva y de primera mano.

Proceso de Creatividad

El proceso está compuesto por las variables A y B que como consecuencia producen C, es una forma de describir el proceso creativo del proyecto.

Se resume en los Sigüientes pasos:



Durante la lluvia de ideas es importante considerar los siguientes aspectos;

- 1.- No criticar mientras se está en la sesión.
- 2.-Trabajo en equipo es mejor, No tener un alto nivel de gestión
- 3.-Cantidades deseadas, entre más ideas, mayor probabilidad de tener una sobresaliente.
- 4.- De 6 a 10 miembros es lo mejor.
- 5.-Combinar ideas, enganchar las ideas de los otros.
- 6.- Ideas arriesgadas, el 90% será de estas ideas, el resto vendrá después.
- 7.-Grabar las ideas, papel y lápiz es la mejor opción (una computadora puede ser útil, ya que con esta se puede enlistar y manipular dicha lista).

Esta técnica no sólo trabaja bien, si no que es un proceso sobresaliente para la simplificación y reducción de costos; empieza con un requerimiento básico y adiciona sólo lo necesario para cumplir con su objetivo. Esta técnica hace posible crear soluciones: primero eliminando detalles del proyecto existente y después liberando la mente; segundo arroja sólo consideraciones básicas; tercero provee un método para construir esas consideraciones básicas para desarrollar un proyecto final, que cumpla con los requerimientos necesarios.

Sus etapas son:

Abrir (Explosión).- Ésta requiere definir la función básica del proyecto que se va a estudiar.

Creación.- Desarrollar ideas que satisfagan la función básica y seleccionar una que satisfaga mejor el requerimiento básico.

Refinación.-En esta etapa se toma la idea que pareció la mejor alternativa y se pule para dar la recomendación final. Ésta involucra los costos que implicará el proyecto.

1.5 Proceso de *Value Engineering*

Orientación y Objetivo del Logro.

El primer paso es proveer un tiempo para explicar cómo se va a trabajar.

Recopilación de Información:

Autorización de las personas: Aprobación de las recomendaciones de *Value Engineering*.

Contactos personales: Asesoramiento e información sobre el estudio.

Lista de todo el material de referencia utilizado en el estudio:

Especificaciones estándar

Normas del Estado

Costos de construcción

Investigation Phase - Sources

Project: Team:
 Location: Date:

APPROVING / AUTHORIZING PERSONS

Name:	Position:	Telephone:

PERSONAL CONTACTS

Name:	Telephone:	Notes:

DOCUMENTS / ABSTRACTS

Reference:	Notes:

Formato 1. Fase de Investigación (Fuentes)

1.5.1 Modelo de Aplicación

Preparar un modelo de costos para su proyecto.

Costo de los temas importantes BID.

A menudo es cierto que el 20 por ciento de los elementos de un proyecto constituyen el 80 por ciento de su costo.

Investigation Phase - Sources

Project:	Team:
Location:	Date:

APPROVING / AUTHORIZING PERSONS

Name:	Position:	Telephone:

PERSONAL CONTACTS

Name:	Telephone:	Notes:

DOCUMENTS / ABSTRACTS

Reference:	Notes:

Formato 2. Investigación Relación de Costo-Precio

Evaluación de Funciones

Cuando las funciones han sido entendidas y comprendidas, se continúa con el análisis, cuál es la que soluciona el problema con el menor costo posible y cuál es la que asegura que esto se cumpla.

Ahora el principal riesgo es que no se descarten las soluciones pasadas, ya que como se ha mencionado antes, todos los proyectos son diferentes y lo que puede funcionar en uno en otro puede que no tenga la misma eficacia, por lo que es recomendable tener bien claro que se partirá desde el inicio sin mirar hacia atrás.

El proceso típico para la evolución de funciones es el siguiente:

1. Separar las funciones
2. Entenderlas completamente
3. Proponer creativamente otras, fuera de las obvias que puedan cumplir con el propósito básico de la función.
4. Asignar el costo Aproximado
5. Sumar la función de Valor de otras variables que están involucradas en el proceso, sumando y restando los factores de costo ya en un conjunto.

En la lista preliminar de soluciones no se debe sobre esforzarse en hacer que sea una reducción alta; ya que si se elabora en conjunto se puede aproximar más al esperado. Ésta se puede dar no sólo de una forma tradicional si no que se puede unificar a otra con factores y habilidades completamente diferentes.

1.5.2 Diagrama FAST

El diagrama FAST es una representación gráfica de la lógica funcional aplicada al diseño original. Para desarrollar un diagrama FAST, se tienen que hacer las preguntas:

¿Cómo es la base función (verbo) (sustantivo) de hecho logrado?,

¿Cómo se propone llevar a cabo?

La respuesta es expresada como un verbo y un sustantivo, se escribe en el bloque del lado derecho del ámbito de aplicación de línea.

El proceso se continúa hacia la derecha preguntando cómo, para cada nueva función en el diagrama. El proceso se repite hasta que la respuesta cae fuera del alcance del estudio.

Comprobar las respuestas a las preguntas de cómo; preguntarse por qué, a medida que avanza hacia atrás a través del diagrama FAST, comenzando en el lado derecho y avanzando a la izquierda hasta que haya llegado a la conclusión del estudio (llegó a una función con un orden superior que la función básica). La línea de las funciones que se han desarrollado se llama la ruta crítica. Las funciones secundarias se agregan sólo si la función básica del sistema no puede ser satisfecha.

Una función se puede quitar sin afectar el desempeño de la función básica, entonces la función eliminada no es crítica, pero puede ser una función de soporte.

Las funciones de apoyo.

Las funciones que ocurren o son causadas por las funciones críticas, son funciones de apoyo. Son el resultado de un método particular para llevar a

cabo la función básica. Todas las funciones de tiempo se muestran por encima de la línea de recorrido, las funciones se muestran debajo de la línea. El diagrama FAST puede ser utilizado para identificar y visualizar alto costo de funciones incluyendo el costo funcional en cada uno de los bloques tanto de funciones críticas como de apoyo.

Creatividad:

FHWA VE - 6	SHEET OF
SPECULATION PHASE - BRAINSTORMING	
Project:	Team:
Item:	Date:
Function:	Item:
Function:	Function:

Formato 3. Fase de Lluvia de Ideas

Evaluación:

FHWA VE - 7					SHEET OF
Evaluation Phase					
Project:			Team No.		
			Date:		
Item No.	Creative Idea Listing	Advantage	Idea Evaluation	Disadvantage	Idea Rating

Formato 4. Fase de Evaluación

Es una forma de análisis matricial que se puede utilizar para asignar calificaciones numéricas para el análisis subjetivo que se lleva a cabo en el Formulario VE-7. Se permite a los participantes del equipo para pesar y clasificar los distintos aspectos de cada alternativa, sin dejar de ser libre de cualquier prejuicio o la predisposición de la alternativa con un entero. La matriz de análisis se utiliza para comparar una variedad de alternativas que afectan a un solo proyecto función. Es especialmente útil cuando no existe un claro consenso entre el equipo de VE.

Objetivos o criterios

Lista de todos los objetivos de diseño o criterios de rendimiento que se aplican al proyecto en estudio; calificar de 1 a 10 de acuerdo a su relevancia o importancia (10=alto y 1=bajo).

Alternativas

Escribir el elemento original y todas las alternativas, en el formulario VE-7 que desea comparar. Tasa de cómo cada una de las alternativas satisface cada objetivo o criterio, es decir, 1 = pobre, y 5 = superior. Introduzca la calificación para cada alternativa.

Para eliminar el sesgo, es esencial para el trabajo debajo de cada columna la calificación de cada alternativa de acuerdo con el mismo objetivo o criterio. Multiplicar la calificación por el peso de cada combinación. Introduzca la calificación ponderada en la parte inferior de la caja. Agregar las calificaciones ponderadas de cada alternativa y anotar su puntuación total en los totales de la columna.

Posición de las alternativas de acuerdo con la puntuación total (1=el más alto, 2=segundo más alto, etc.).

Ahora determinar las alternativas que deben ser utilizadas y la forma en que podrían modificarse para mejorar la producción.

Una vez que identifique los elementos del proyecto y/o áreas funcionales que se pueden modificar, el desarrollo de cada área es una solución alternativa viable.

Project: _____ Team: _____
 Creative Idea: _____ Date: _____

WEIGH ALTERNATIVES:	EVALUATION CRITERIA						TOTALS
5 Superior							
4 Good							
3 Average							
2 Fair							
1 Poor							
ALTERNATIVES / WEIGHT							

Formato 5. Fase de Evaluación por Matrices

Para cada alternativa, no mostrar ningún cálculo y/o adjuntar todas las hojas de cálculo de copia utilizado para desarrollar la idea.

Creative Idea No. _____ Team: _____
 Recommendation: _____ Date: _____
 Original Design (Sketch attached Y N)

Proposed Change (Sketch attached Y N)

Justification (Describe advantages/disadvantages, reasoning, and compliance with standards and requirements)

Life Cycle Cost Summary (Present Worth Method)	LIFE CYCLE COST SUMMARY		
	Initial Cost	Future Cost	Total Cost
Original Design			
Proposed Change			
Savings			

Formato 6. Fase de Desarrollo (Recomendaciones)

Life Cycle Cost Analysis - Present Worth Method

Creative Idea No. _____

Team: _____

Recommendation: _____

Date: _____

Discount Rate: _____

Economic Life: _____ Years

	Original	Design	Alt. No.1	
	Cost	PW	Cost	PW
1. Initial Cost:				

Single Expenditures: (i.e., stage Construction, Major Maintenance)				
a. Year ____ PWF ____				
b. Year ____ PWF ____				
c. Year ____ PWF ____				
d. Salvage / Unused Service Life Year ____ PWF ____				
2. Future Single Costs:				

Annual Costs:				
a. General Maintenance PWF ____				
b. Other Annual Costs PWF ____				
3. Future Annual Costs				

4. Total Future Costs: (2 + 3)				
---------------------------------------	--	--	--	--

5. Total Life Cycle Costs: (1 + 4)				
---	--	--	--	--

Formato 9. Presentacion (tabla de Alternativas)**Presentación**

Una buena recomendación requerirá una buena presentación oral. Los miembros del equipo deben estar listos para hacer esto lo mejor posible.

Objetivo:

- Presentar las alternativas

Preguntas clave:

- ¿Cómo debe presentarse la idea?
- ¿Cuáles son los beneficios que se pueden obtener?
- ¿Cuáles son las pérdidas que se deben evitar?
- ¿Cuáles son los ahorros?
- ¿Qué se necesita para poner en práctica la propuesta?

1.5.3 Por qué falla el estudio

Razones por las cuales el estudio no puede alcanzar su meta:

1. Falta de información: es causada por no conocer los requerimientos completos del proyecto
2. Decisiones mal fundamentas: se presenta cuando no se tiene la información de primera mano lo que ocasiona decisiones tomadas sólo en supuestos.
3. Decisiones habituales: es ocasionada cuando se presentan los problemas y siempre se resuelven de la misma manera.
4. Actitudes negativas: miembros del equipo que hacen cambios sin tomar en consideración las metas o el propósito del proyecto.
5. No consultar: Miedo a preguntar si no se conoce del tema.
6. Tiempo limitado: el tiempo frecuentemente es una gran presión sobre el equipo, lo que ocasiona que sólo se tome la primera decisión al problema y no una gama completa.
7. Cambio de tecnología: todo diseño puede tornarse en obsoleto.
8. Falta de criterio para medir Value Engeneering: desarrollar las características de un producto puede ocasionar varias mediciones y pruebas físicas.
9. Especificaciones obsoletas: guías de especificaciones que ya son obsoletas se siguen usando en nuevos proyectos.
10. Equipo deficiente: falta de comunicación, celos, malos entendidos y la fricción normal de las personas ocasiona un costo innecesario

1.6 Construcción

En cualquier reducción de costos se debe tener especial cuidado en revisar el beneficio en costo; por ejemplo, es importante determinar si el cambio potencial es recomendado y será bien recibido con un buen criterio de retorno de inversión, en otras palabras cuanto tardará en recuperar el dinero del estudio.

Casi todo cambio requiere algunos gastos de implementación, incluso si los cambios son planos o especificaciones, en la mayoría de los casos la parte relacionada al ahorro está relacionada directamente con la mano de obra.

La administración, edificación y otros factores de peso seguirán siendo los costos más fuertes, la única manera de reducir los costos en estas áreas está relacionada directamente con el cambio de tecnología.

El costo del proyecto debe incluir todo lo necesario para hacer el cambio según las recomendaciones, este debe incluir los planos y especificaciones así como edificaciones, maquinaria, equipo, técnicas y todo lo relacionado con la correcta aplicación.

En la construcción un gran número de proyectos viene con algún tipo de error que es observado una vez que se están realizando los trabajos, esto sucede con frecuencia; las dependencias de gobierno por plazos o cuestiones políticas, los plazos para lanzar la convocatoria a los licitantes (personas que presentan sus propuestas para realizar las obras), se ven reducidas en tiempo y por lo tanto tampoco se revisan como debe de ser las propuestas.

Estudios y trabajos anteriores, arrojaron resultados un poco desfavorables hacia las dependencias encargadas de la realización de estos proyectos ya que por las causas antes mencionadas, muchos de los proyectos se corrigen una vez asignado y en proceso de ejecución lo que en cuestiones de costo se elevan para ambas partes, lo que busca este estudio es reducir estos costos adicionales además de antes de la presentación expresamente en la junta de aclaraciones, presentar los informes correspondientes para apegarnos a las normas, estas aclaraciones estarán dentro del proyecto y no tendrán mayor impacto jurídico que un cambio circunstancial en el periodo de ejecución.

1.7 Observaciones y Comentarios

Durante el desarrollo de marco teórico, se pudo observar que esta herramienta puede ser de gran utilidad y hacer más eficientes los procesos constructivos, así como también con un buen estudio se pueden reducir los costos del proyecto original sin sacrificar la calidad y teniendo la misma funcionalidad del proyecto original.

2. Medición

2.1 Introducción

En este capítulo se medirá, cuál es el sistema de evaluación para los proyectos así como aquellos, que por su carácter no tienen ninguna evaluación antes de salir a licitación, ya que por lo estudiado en el marco teórico, la mayoría de los proyectos vienen con algún tipo de error, con esta medición se buscarán dos objetivos simultáneamente, conocer cuál es el estado de los proyectos antes de salir y cuánto se logrará corregir del alcance de los proyectos aunado a la medición principal que es el dar a conocer e implementar *Value Engineering* en la construcción moderna.

La medición se hará en el estado de Zacatecas, con apoyo de la CMIC, JEC, CEAPA; que por la relación existente se harán las muestras y mediciones en estas dependencias, teniendo dos panoramas del problema: el de planeación y el de construcción.

Población del estudio se tomarán los dos modelos cuantitativo y cualitativo, ya que el conocimiento de las empresas, las dependencias y la CMIC son de gran ayuda para el desarrollo de esta tesis.

Aquí se plantea la medición, para observar quienes conocen acerca de temas de *Value Engineering*, si están dispuestos a probar nuevas herramientas en cuestiones de mejoramiento de proyectos, así como evaluar los proyectos que existen, el problema con volúmenes o conceptos que no corresponden meramente a la ejecución de los trabajos y cuál es su periodicidad en los proyectos de obra pública. Para lo cual se apoyará en la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, con dependencias de gobierno, así como constructores particulares. La principal característica de los encuestados es que no se dediquen a la edificación de vivienda.

2.1.1 Población y muestra

La población se conformó de empresas constructoras y gobierno del estado, las cuales mostraron interés en el estudio, el muestreo que se realizó fue un

Muestreo No Probabilístico. El sesgo a considerar fue la experiencia de las mismas en el tema de revisión y elaboración de proyectos.

La muestra se tomó en un curso para la certificación de DRO (director responsable de obra) con total de 30 asistentes y se complementó con las dependencias: JEC (Junta Estatal de Caminos), SSZ (Servicios de Salud de Zacatecas) y CEAPA (Comisión Estatal de Agua Potable y Alcantarillado del estado de Zacatecas); dando un total de 42 encuestados.

La población igual a la muestra se tomó del curso de DRO (Director Responsable de Obra), porque en este curso aplican varias personas tanto del ámbito gubernamental como del ámbito particular.

La otra parte de la muestra fueron personas que contestaron nuestra encuesta por medios electrónicos y físicamente; la opción de tomar más parte de muestra en otros sectores fue de que necesitábamos saber cuánto es que revisan sus proyectos y cuánto impacta en el presupuesto original de la obra/proyecto; ya que como se ha observado anteriormente este fue uno de los motivos principales de esta tesis.

Las personas de las dependencias y las de la CMIC tienen mucho conocimiento en el tema sobre costos y atraso en las obras y/o proyectos; son supervisores de obra, residentes y personas encargadas del área de proyectos por lo que su aportación a esta tesis es de un gran valor.

2.2 Método de Medición

El método usado será la encuesta con respuestas de opción múltiple, esto para facilitar la medición, serán preguntas sencillas enfocadas a la ejecución de proyectos, cuántos errores vienen aproximadamente por proyecto, cuánto cuesta la corrección de los mismos y demás preguntas que nos ayuden a plantear un panorama y responder las variables que dan la respuesta a nuestra hipótesis. La herramienta usada será “Conocimiento de *Value Engineering* aplicado a la construcción”.

2.2.1 Descripción del Procedimiento

Lo que se pretende encontrar de acuerdo al estudio realizado es que tanto se evalúan los proyectos antes de su presentación, resistencia al cambio, así como si es posible, la implementación y cuál sería su posible aplicación al proyecto empleando esta nueva herramienta.

2.3 Diseño de la Herramienta de Medición

A continuación se presenta el diseño de la encuesta con la cual se midió la muestra:

Conocimiento de *Value Engineering*

Mi nombre es Jorge Octavio Nava Ruelas, estoy cursando la Maestría en Administración de la Construcción por lo que les pido me pudieran apoyar con la información solicitada.

Esta encuesta se realiza con fines académicos, para el desarrollo de la tesis “Aplicación de *Value Engineering*” con el cual se pretende obtener el grado de Maestría en Administración de la Construcción.

Las instrucciones son las siguientes: la encuesta consta de 18 preguntas que son de opción múltiple por lo que se pide contestar lo más sinceramente posible,, los datos obtenidos se les harán llegar una vez concluido el estudio, para mostrarles cuales fueron los datos obtenidos de esta encuesta:

De antemano muchas gracias por la atención prestada a la encuesta para el desarrollo de la tesis.

Nombre de la Empresa:

Persona Encuestada:

Puesto:

Correo electrónico:

1. Construye para:
 - a) Gobierno del Estado
 - b) Particulares

2. Tipo de Obra que Realiza(Ordenar de principal a menor presencia en su empresa):
 - Eléctrica
 - Hidráulica
 - Caminos
 - Infra estructura
 - Urbanización
 - Desarrollador de Vivienda

3. Qué edad tiene: ____

4. Revisa usted los Proyectos con Detalle al (elegir sólo una opción):
80%, b) 60% , c) 40% , d) 20% , e) 0 %

5. Frecuencia de Errores en la Planeación de sus proyectos (elegir sólo una opción).
a) 80%, b) 60% , c) 40% , d) 20% , e) 0 %

6. Cuántos de ellos son considerables para la correcta ejecución de los trabajos (elegir sólo una opción):
a) 80%, b) 60%, c) 40%, d) 20%, e) 0 %

7. Cuenta con una Relación de Sobre Costo por una mala planeación (elegir sólo una opción):

a) Si
b) No
c) A veces
d) Sólo por obra y se desecha

8. Cuánto impactan esos re trabajos en Dinero y Tiempo (elegir sólo una opción):
a) 80%, b) 60% , c) 40% , d) 20% , e) 0 %

9. En qué porcentaje impacta el desempeño de la ejecución (elegir sólo una opción):

- a) 80%, b) 60%, c) 40%, d) 20%, e) 0 %

10. Le interesan las nuevas herramientas (elegir sólo una opción):

- a) Si
b) Podría Ser
c) Depende de la Herramienta
d) No

11. Conoce una o más de las siguientes Herramientas:

- a) *Lean Construction* (construcción esbelta)
b) *Just in time* (Cero almacén)
c) *Six Sigma* (reducción de Errores)
d) Value Engineering

12. Conoce los Beneficios de *Value Engineering* (elegir solo una opción):

- a) 80%, b) 60% , c) 40% , d) 20% , e) 0 %

13. Estaría dispuesto a aplicarlas en su Empresa/Proyecto (elegir sólo una opción):

- a) 80%, b) 60% , c) 40% , d) 20% , e) 0 %

14. Le importaría que su proyecto fuera revisado antes de que se realice el presupuesto final (elegir solo una opción):

- a) Con que Propósito
b) Afectaría el presupuesto
c) Cambiarían conceptos
d) Mejoraría Nuestro Presupuesto
e) Evitaría errores al momento de ejecutar

15. Aplicaría Re ingeniería al proyecto para su reducir costos sin sacrificar la calidad del mismo (elegir sólo una opción):

- a) Tendríamos ahorro en el presupuesto
a) Afectaría el presupuesto original
b) Cambiarían conceptos
c) Se obtendría la misma calidad
d) Evitaría errores al momento de ejecutar

16. Cuánto estaría dispuesto a pagar por este estudio, teniendo en cuenta el ahorro reflejado que estaría medido entre un 20%-30% del costo total (elegir sólo una opción):

- a) 10 % del total del proyecto
- b) 15 % del total del proyecto
- c) 17% del total del proyecto
- d) 19% del total del proyecto

17. Para el Éxito del Proyecto cuál de estas opciones escogería

- a) Reingeniería del proyecto
- b) Cambios Circunstanciales al Proyecto
- c) Cambios Parciales
- d) Cambios que ya se han aplicado a otros proyectos
- e) No se aplicarían cambio

18. En qué porcentaje aplicarías estas recomendaciones:

- a) 30 %
- b) 20%
- c) 10%
- d) 7%
- e) 5%
- f) 0%

2.4 Resultados

Los resultados obtenidos se separaron en tres partes para su análisis y estudio, se busca dar solución a tres incógnitas relevantes: si la resistencia al cambio corresponde a la edad, que tan bien revisan sus propuestas así como del impacto en costo y tiempo, y por último, la posible implementación de *Value Engineering*, así como de cuáles son las herramientas que conocen los constructores en la actualidad en este sector.

A continuación se muestra la tabla de resultados de cada una de las respuestas obtenidas en nuestra medición:

Tabla 1. Tabla de Resultados

Tipo de obra	Urbanización	Combinados	Eléctrica	Infraestructura	Hidráulica	Proyectos	Vivienda	Caminos
	5%	5%	12%	12%	12%	12%	17%	26%
Edad	20-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50-55	55-60	
	10%	24%	17%	14%	7%	7%	21%	
Principal Contratante	Particular	Gobierno	Ambos					
	31%	60%	10%					
Revisión	80%	60%	40%	20%	0%			
	76%	17%	2%	2%	2%			
Frecuencia de Errores	80%	60%	40%	20%	0%			
	5%	14%	14%	60%	10%			
Errores Considerables	80%	60%	40%	20%	0%			
	31%	29%	7%	33%	0%			
Sobre costo	Si	No	A veces	Por Obra				
	29%	41%	27%	2%				
Costo Re trabajo	80%	60%	40%	20%	0%			
	2%	10%	15%	59%	15%			
Retraso en Tiempo y \$	80%	60%	40%	20%	0%			
	5%	10%	31%	51%	3%			
Interés	si	Herramienta	Podría ser	Depende				
	86%	5%	7%	2%				
Conocimiento	si	no	Algunas	Varias	una-dos	Ninguna		
	0%	0%	31%	6%	13%	50%		

	Lean Construction		Just in Time	Six Sigma	
	3		4	3	
Beneficios Value Engineering	80%	60%	40%	20%	0%
	2%	2%	7%	10%	79%
Posible Aplicación	80%	60%	40%	20%	0%
	38%	33%	12%	10%	7%
Motivo del Estudio	Evitaría Errores	Mejorar Presupuesto	Cambiarían conceptos	Afectaría el presupuesto	Con que Propósito
	59%	37%	0%	0%	5%
Reingeniería	Evitaría errores	Ahorro en el presupuesto	Misma calidad	Presupuesto Original	Cambiarían Conceptos
	39%	29%	3%	5%	24%
Pago del Estudio	19%	17%	15%	10%	
	4%	6%	17%	49%	
Éxito del Estudio	Reingeniería	Cambios Circunstanciales	Cambios Parciales	Cambios Aplicados Anteriormente	No se aplicarían cambio
	44%	10%	10%	29%	7%
Aplicación total	30%	20%	10%	7%	5%
	37%	41%	20%	0%	2%

2.5 Observaciones y Comentarios

De los datos obtenidos para el estudio se pudieron medir características peculiares, en los cuales se llegó a entender cómo es que se realizan las revisiones a los proyectos, un punto importante a considerar fue que la mayoría están relacionados con trabajos para gobierno del estado, siendo estos los que menos revisan sus proyectos en cuestiones de errores ; contando ellos también con la relación más precisa en cuestión sobre a costo y retraso en los trabajos; el sector privado y los contratistas encuestados guardaron con cierto recelo los datos de sus empresas para el tema de revisión y relación sobre costo y atraso en tiempo, además que fueron los que por cuestiones de cumplimiento no anotaban datos reales en cuestión de atrasos en las obras y/o proyectos. Una de las principales limitantes a este estudio por parte de gobierno fue explicarles que esta no era una encuesta que pudiera perjudicar su desempeño, sino que se hacía con fines académicos; por el trabajo que se ha realizado con las dependencias encuestadas. Se tuvo que explicar ampliamente en qué consistía la encuesta así como el alcance de la herramienta que estamos mostrando para hacer más eficiente el proceso de elaboración de las obras y/o proyectos, así como sus posibles ahorros tiempo y costo que se pudieran implementar.

3. Análisis

3.1 Introducción

En este capítulo, se van a analizar los datos de la encuesta obtenidos en el capítulo dos, se trabajará en tres partes, que busca dar solución a las principales preguntas que se plantearon al elaborar la herramienta de medición: ¿La resistencia al cambio corresponde a la edad? ¿Cuál es el área más vulnerable a errores? ¿Si conocen herramientitas modernas para la construcción? ¿Estarían Dispuestos a aplicar, pagar y realizar las observaciones de *Value Engieneering* a sus proyectos?

El análisis a utilizar será en base a las respuestas obtenidas en la encuesta, se creará un panorama de cuanto impactan los errores en costo y tiempo a los proyectos; un aspecto a cuidar es que se midieron empresas y dependencias de gobierno en las cuales se ha tenido la experiencia que por defectos en planeación y/o alcance del proyecto han reflejado cambios en el programa de ejecución, así como cambios en el presupuesto original del proyecto contratado.

3.2 Método de Análisis

El método de análisis será gráfico, en el cual se separan las gráficas y se analizan de acuerdo a tres áreas de las cuales se partió para dar solución a la hipótesis planteada en la Introducción: Resistencia al Cambio, Revisión de Proyectos e Implementación de la nueva herramienta, como esta tesis es del tipo descriptiva se recurrirá al uso de gráficas, las cuales nos ayudarán a comprender el resultado de los datos obtenidos; se agruparán de acuerdo a su campo de estudio, se analizarán de forma separada, esto, para dar mayor fiabilidad al resultado obtenido. Las gráficas ayudarán a comprender más fácilmente los datos obtenidos así como su interpretación, porque de que sirven los datos sin la correcta interpretación de los datos medidos y con el método gráfico será más fácil observar cual fue la tendencia para dar nuestro resultado al estudio de la presente tesis.

3.3 Análisis de la Muestra

Las gráficas que a continuación se presentan, son para mostrar los datos obtenidos y su interpretación, se muestran tres gráficas con la solución obtenida del presente análisis. De acuerdo a los datos obtenidos el sector más vulnerable es el área de caminos, seguidos por el área de vivienda y teniendo cierta consistencia con las demás áreas de construcción medidas.

Para dar solución a las principales variables del estudio se harán mezclas de muestras las cuales nos darán los parámetros para dar la solución a las mismas. A continuación se muestran las tablas con las mediciones obtenidas, desglosadas en cada medición.

3.4 Resultados

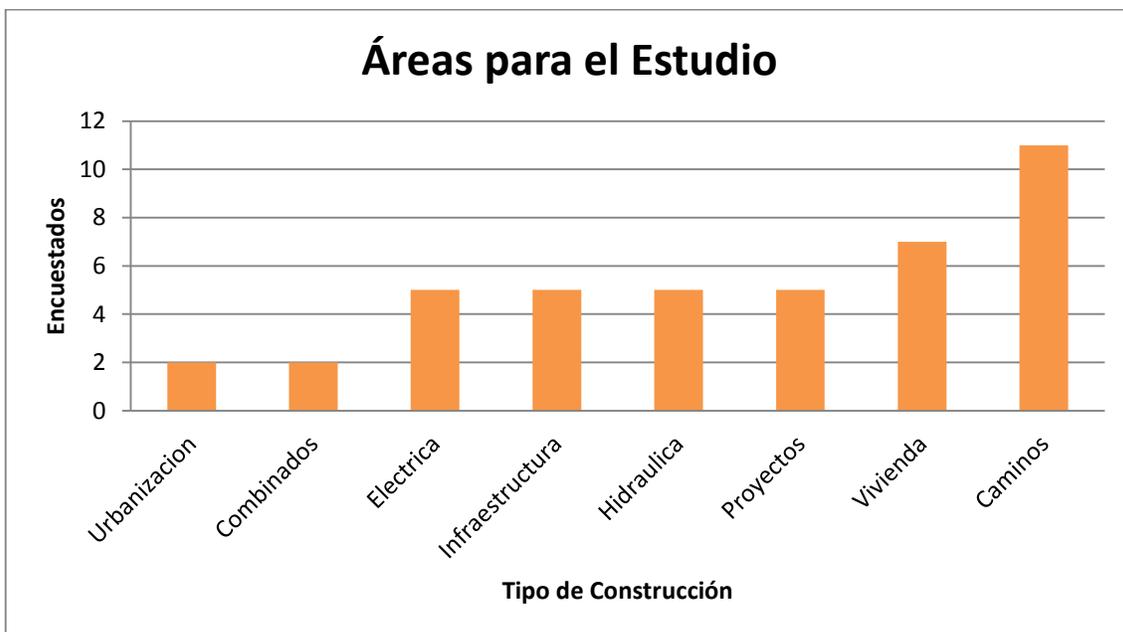


Figura 3. Áreas de las cuales se tomó la muestra.

En esta tabla se puede apreciar, que la mayor parte de construcción se observa en caminos, seguido de la vivienda, esta área es la que se le puede dar un enfoque especial al estudio, ya que en el sector privado si les planteas la idea de que van a tener la misma calidad a un costo más bajo serán más susceptibles al estudio. Hidráulica, infraestructura, eléctrica y elaboración de proyectos se encuentran en el mismo nivel, por lo que se puede observar que es donde está más distribuida nuestra población

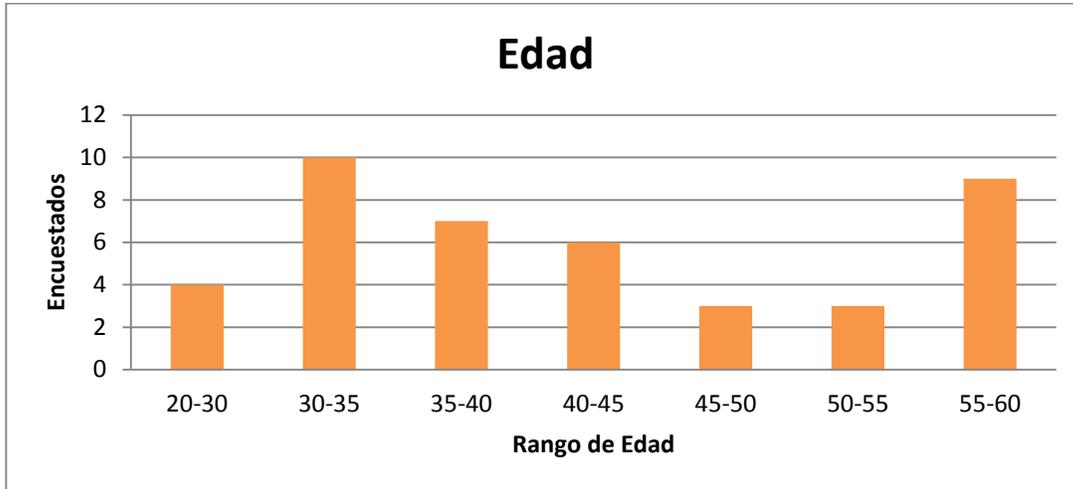


Figura 4. Edad de los encuestados

En la figura anterior se puede observar una tendencia a que las nuevas generaciones están tomando cada vez más importancia, ya de del total de los encuestados la mayor parte se encuentra en los extremos, que son los menores a 35 años y los que ya se encuentran con más experiencia que son los mayores a 55 años.

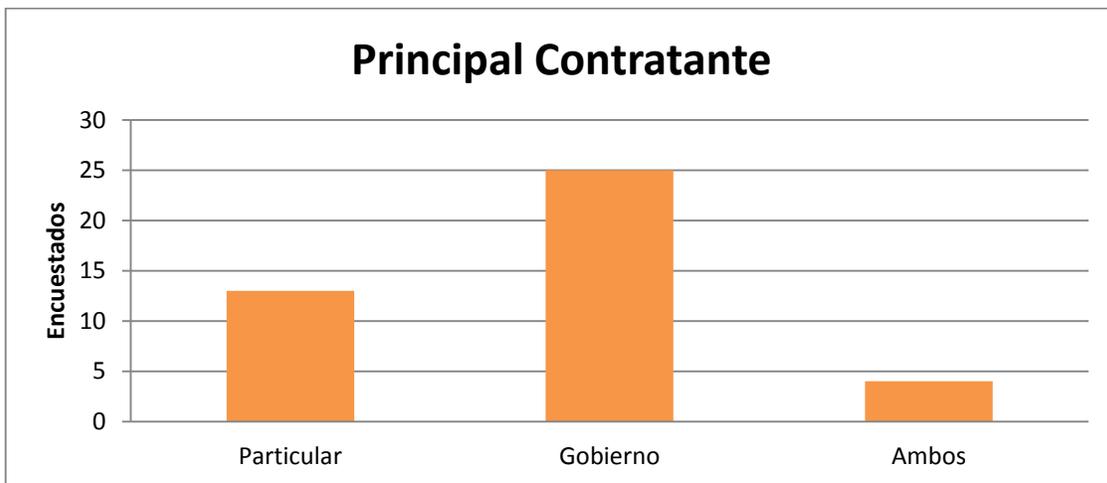


Figura 5. Principales contratantes dentro del estado.

En el estado de Zacatecas la principal contratante y fuente empleo es el Gobierno del estado, el 60% trabajan para este órgano dejando un pequeño margen de 31% para el sector privado.

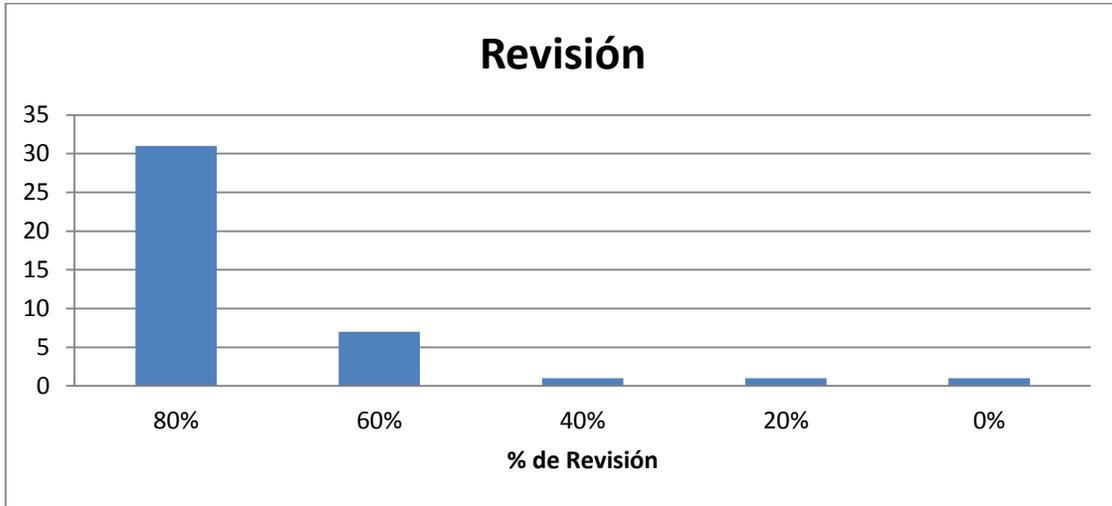


Figura 6. Revisión de proyectos

En lo que se puede apreciar de la gráfica es que dentro del sector privado todos revisan sus proyectos con gran dedicación, los porcentajes bajos corresponden a los datos obtenidos de la medición de los órganos de gobierno que nos apoyaron en nuestra medición.

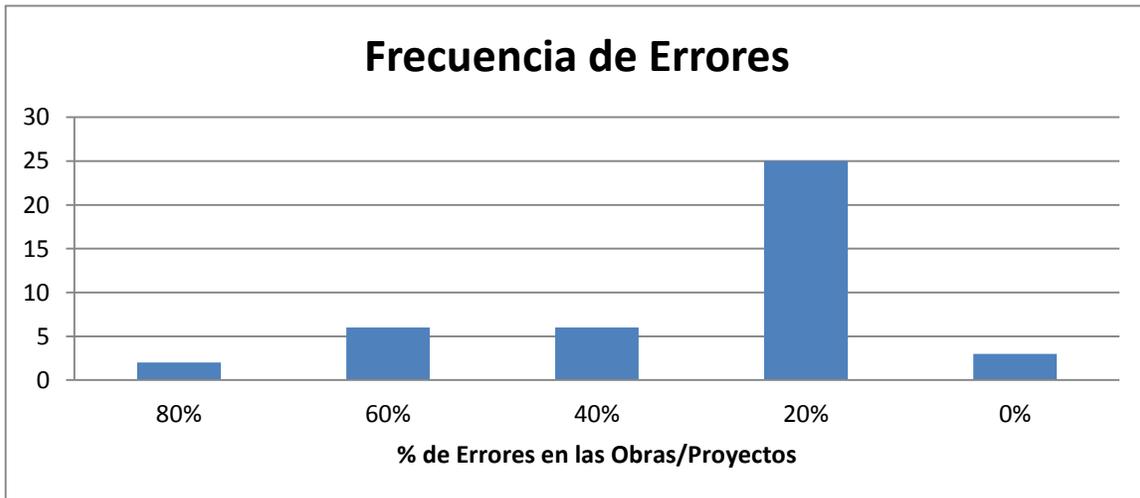


Figura 7. Errores presentes en las obras

Dentro de los datos obtenidos, un dato interesante fue la aparición de errores, mientras la gráfica anterior nos maneja un amplia revisión, siguen presentándose errores, los cuales pueden o no impactar el desarrollo de nuestro proyecto, por lo que se debe prestar especial atención a la aparición de los mismo y tener un plan de prevención aun que ese tema, no va en nuestro análisis, ni en lo que se pretende medir.

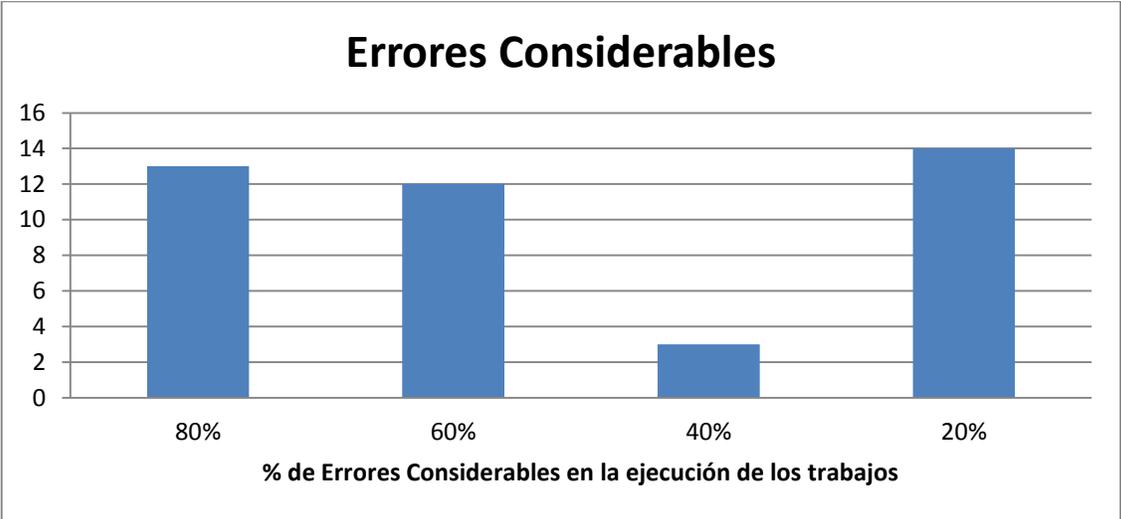


Figura 8. Errores con gran impacto en la correcta ejecución de los trabajos.

En esta gráfica, se muestran datos que son de gran utilidad para nuestro estudio, el sector privado opina que no son importantes, mientras el sector gubernamental opina que estos errores tienen gran impacto en el desarrollo del proyecto.



Figura 9. Relación de sobre costo en las obras por Compañía

Un dato interesante que nos arroja el presente estudio, es que las compañías que trabajan para la industria privada rara vez tienen una relación de sobre costo, en el sector del gobierno por ser un requerimiento lo tiene, pero en su mayoría no cuentan con un histórico de cuanto es el sobre costo de una obra por errores que se presentaron en el proyecto, cuando se realizó el estudio, se pudo observar que solo unas pocas son las que lo tienen y es por obras que tienen gran impacto en el desarrollo de la misma empresa.

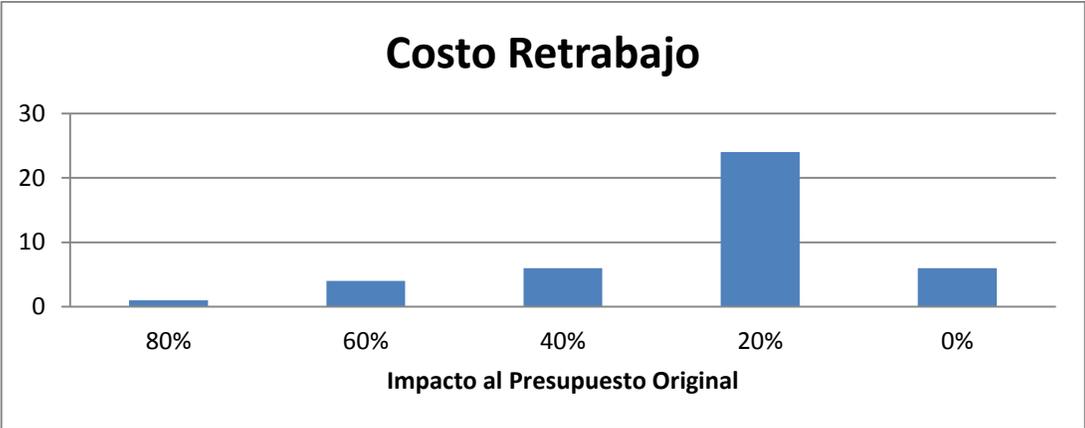


Figura 10. Costo de los re trabajos en la obra/proyecto.

Como se ha observado antes, una buena revisión puede evitar sobre costos en re trabajos, gran parte de los encuestados concuerda que si se revisa con detenimiento el proyecto se pueden reducir en gran medida los sobre costos por re trabajos, lo que se ve reflejado en las utilidades de la empresa. Gobierno fueron los que dieron las calificaciones más altas, ya que para ellos sí impacta en gran medida tener que pagar un re trabajo o un concepto no considerado dentro de su presupuesto original.

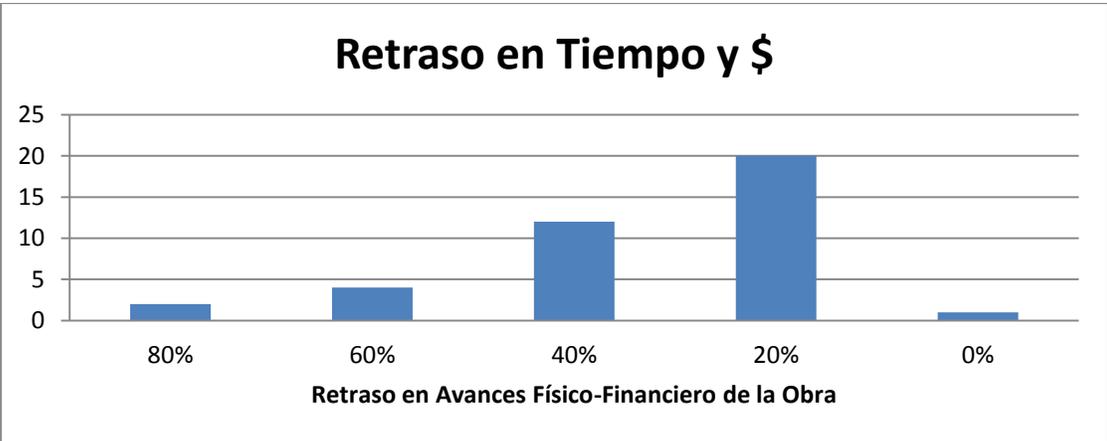


Figura 11. Atraso de acuerdo a lo presupuestado.

El atraso en una consecuencia de una mala revisión, ya que no se tiene un plan para enfrentar los errores, los que son resueltos una vez que se presentan, es por lo que en esta gráfica se observa que la experiencia del sector ya es amplia, y al presentarse los errores impactan, pero son resueltos y reducen su impacto, efecto que no puede ser reducido en gobierno, pues este órgano ejecutor tiene relación de avances y tiene que reportar todos los incidentes presentes en la ejecución del proyecto.

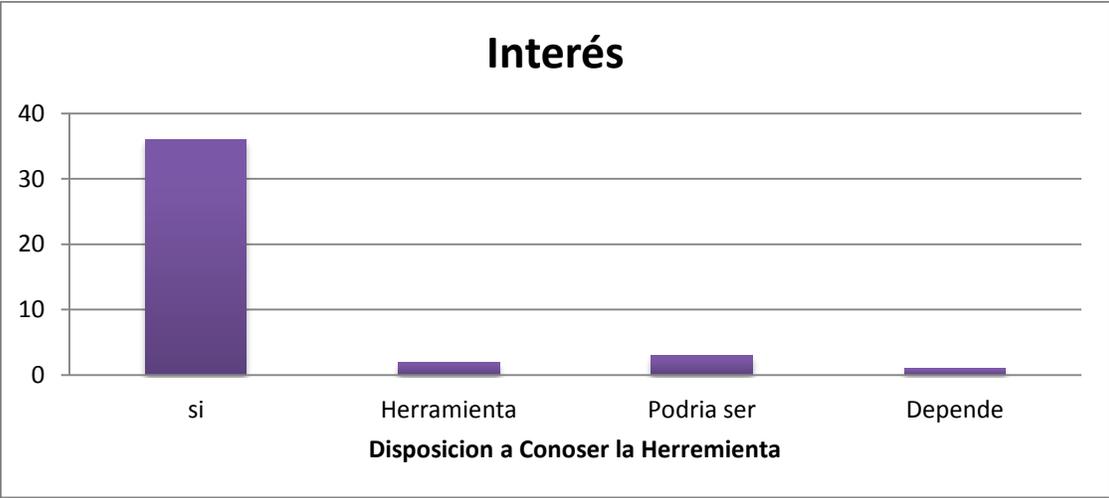


Figura 12. ¿Qué tan interesados están en la nueva herramienta?

El interés en la herramienta existe, lo que hace falta es darla a conocer más, ya que cuando se les explicaba en qué consistía el estudio, las personas mostraban gran interés en las nuevas técnicas de construcción.

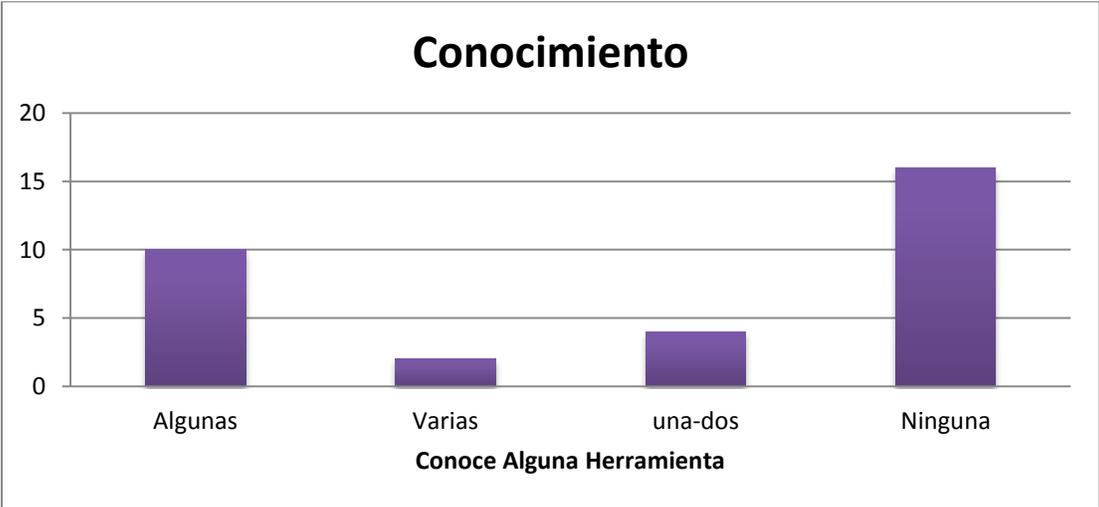


Figura 13. Conocimiento de las nuevas herramientas.

El conocimiento en las herramientas es vago, pero los que tiene más conocimiento en las nuevas herramientas son los empleados de gobierno, ya que por sus múltiples cursos de capacitación, les han estado mostrando cuáles son las nuevas herramientas para el sector de la construcción.

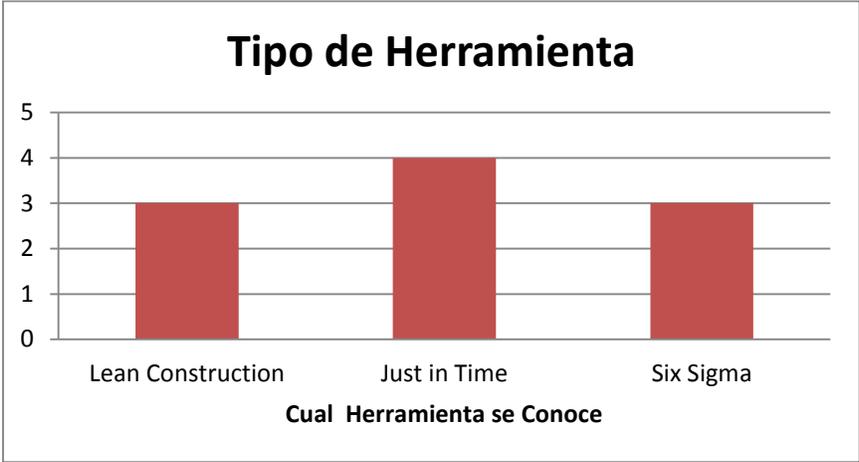


Figura 14. Herramientas que más se conocen en el sector.

Las herramientas más conocidas, como se puede apreciar en la grafica son Six Sigma (reducción de errores), Lean Construction (Construcción Esbelta) y la que más se conoce de acuerdo a la grafica es la de Just in Time (Eliminar Almacenamientos Innecesarios)

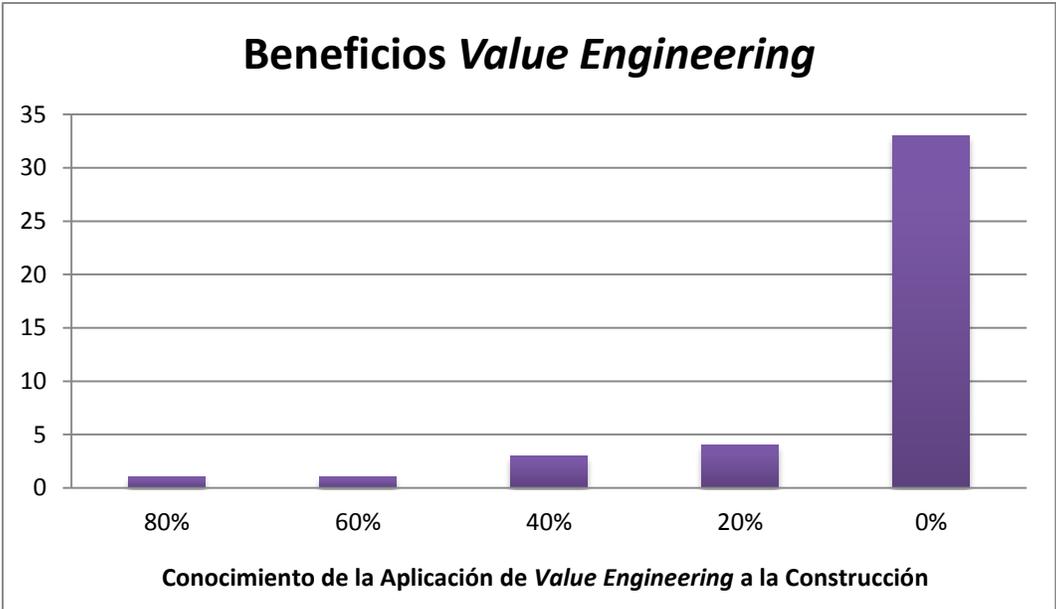


Figura 15. Conocimiento acerca del tema.

Como se mencionó en la Fig. 13, sólo las personas que han asistido a cursos de capacitación son las que conocen los beneficios de esta nueva herramienta, como se puede apreciar en la gráfica, la mayoría de las personas no conocen los beneficios de esta herramienta.

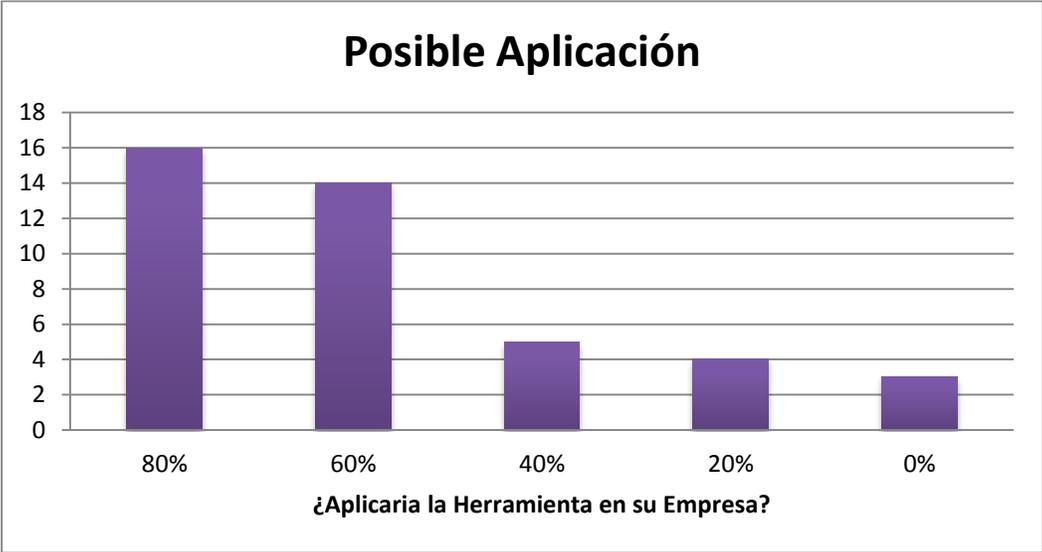


Figura 16. Aplicación.

Como se puede apreciar en la Fig. 16, la aplicación de esta herramienta es posible ya que la mayoría de nuestra muestra está entre un 60% y 80% de aceptación, conociendo los posibles beneficios de la misma se puede llegar a implementar esta herramienta en nuestro sector.

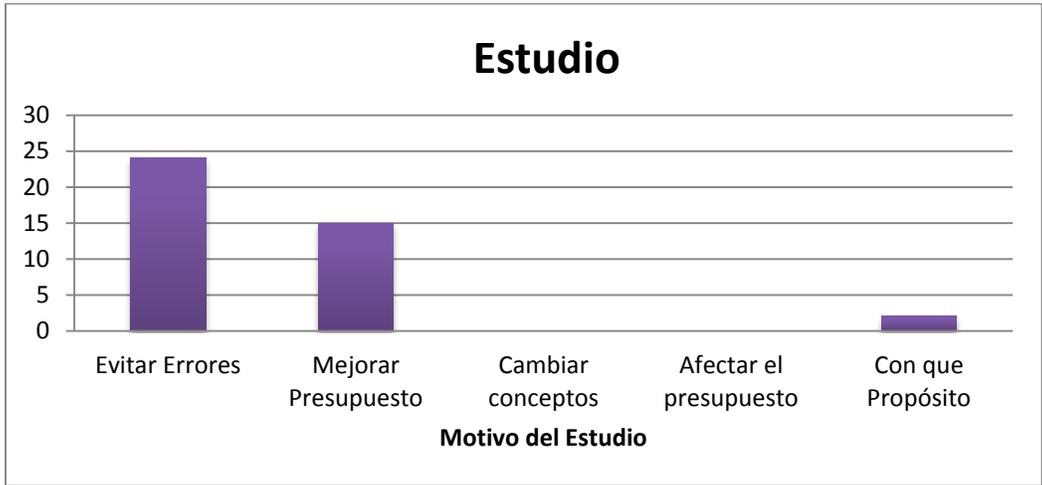


Figura 17. Solución del estudio.

La principal preocupación como se puede apreciar en la gráfica, es evitar los errores y mejorar los presupuestos, ya que con un buen estudio del proyecto se puede realizar ambas tareas que es uno de los objetivos de *Value Engineering*.

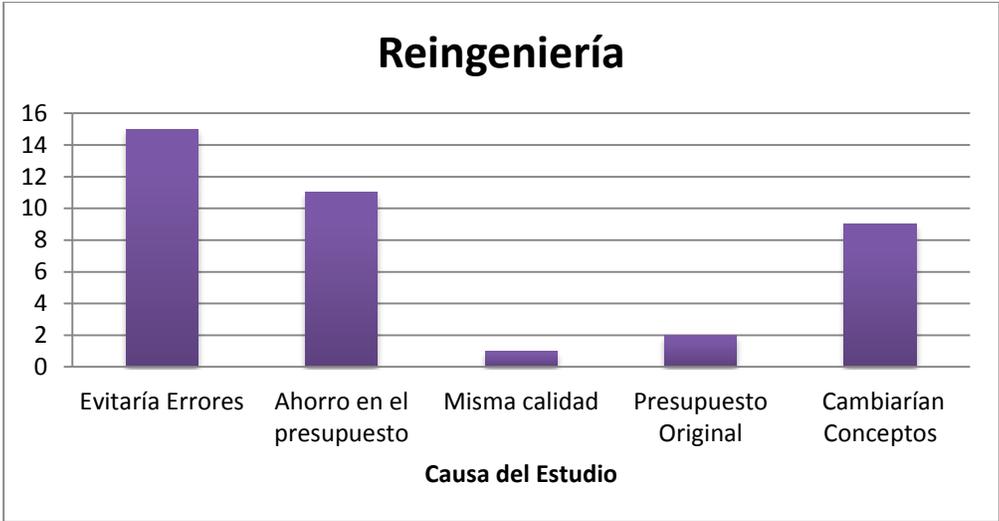


Figura 18. ¿Por qué aplicar *Value Engineering*?

La siguiente gráfica nos muestra el panorama que puede servirnos de escenario, el estudio que partes del proyecto mejoraría, en su mayoría con fundamento y en concordancia con la gráfica anterior, lo principal es evitar los errores y mejorar el presupuesto. Por la parte de Gobierno debido a sus lineamientos que lo rigen, su principal preocupación es el cambio de conceptos al proyecto original.

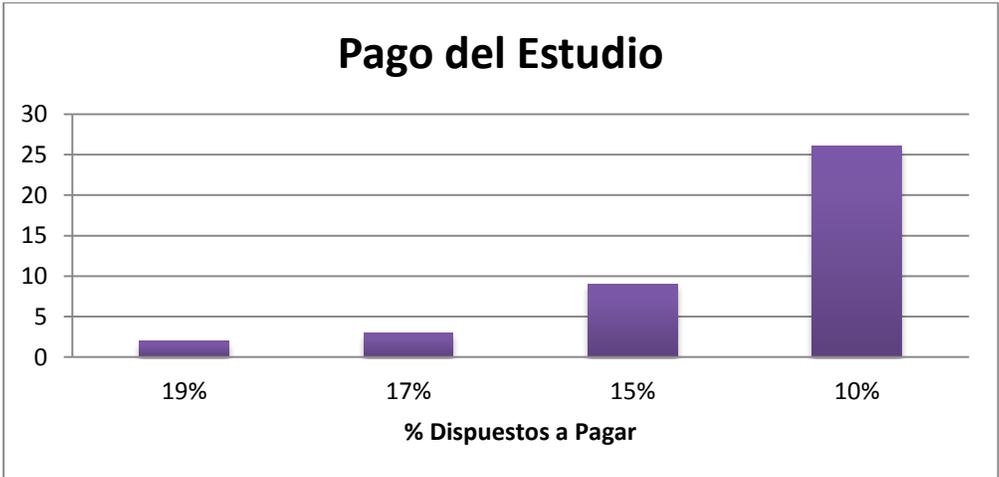


Figura 19. Inversión en el estudio.

La gran mayoría, a excepción de Gobierno, que son los que realmente pagarían el estudio, están dispuestos a pagar por él, pero no en las cantidades que este demanda, pero para ser un inicio, existen buenos indicadores que de realizarse el estudio no se vería frenado por el pago al mismo.

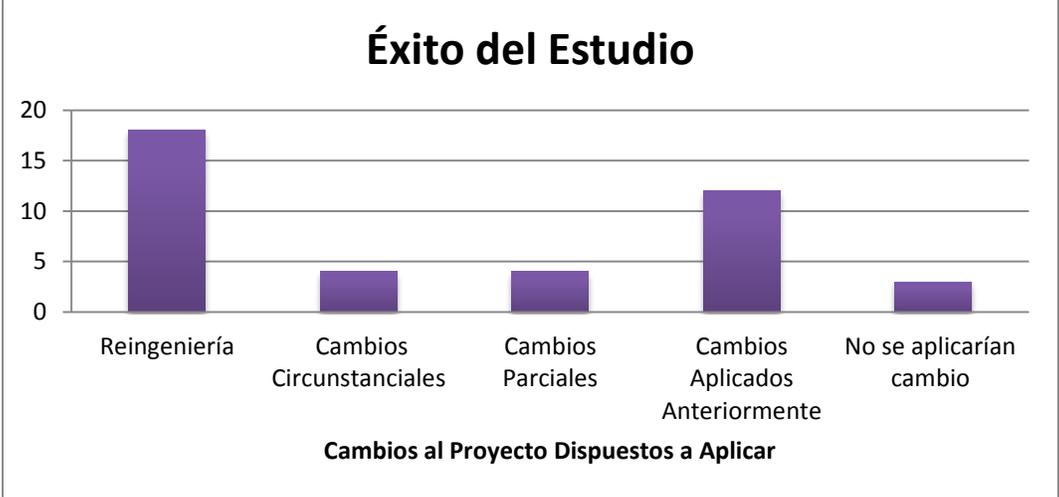


Figura 20. Cambios para el éxito del estudio.

La gráfica anterior infiere en que, la reingeniería puede ser la mejor opción, pero una limitante es que no se conoce en su totalidad el sistema de *Value Engineering*, es ahí donde se ve la principal limitante del estudio que son los cambios que han funcionado anteriormente. Una solución a esta respuesta sería aplicar el estudio a un proyecto antes de ejecutarlo y mostrar paso a paso como se desarrolla para demostrar que no siempre los cambios que han funcionado son los mejores.

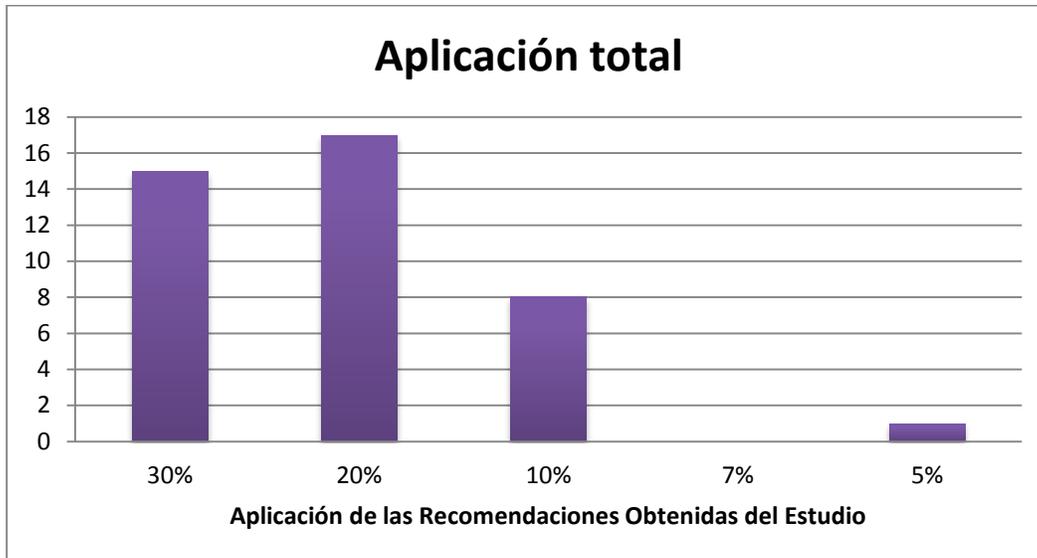


Figura 21. Aplicación de las mejoras obtenidas en el estudio.

Como su nombre lo dice, esta gráfica nos muestra la posible aplicación en caso de llevarse a cabo el proyecto, unos indicadores muy buenos es que la mayoría está por encima del 10% lo que en una aplicación real del estudio arrojaría muy buenos resultados.

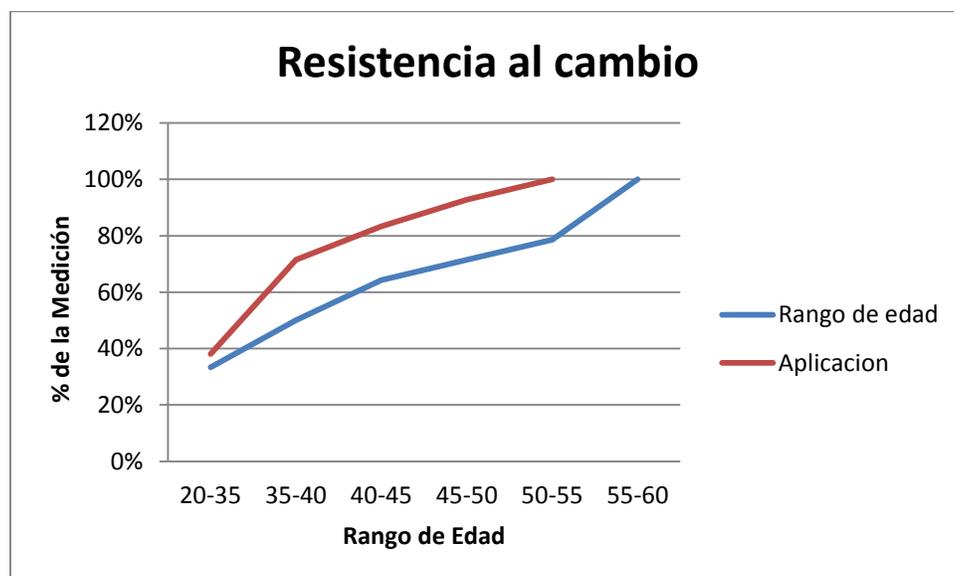


Figura 22. Resistencia al cambio.

Por lo que se puede apreciar en la gráfica, no hay un factor que nos indique cual es la resistencia al cambio, esto puede aplicarse a cual sea el factor de resistencia al cambio, ya que cuando se estuvo midiendo la edad no fue un factor clave para resolver esta incógnita de nuestro estudio.

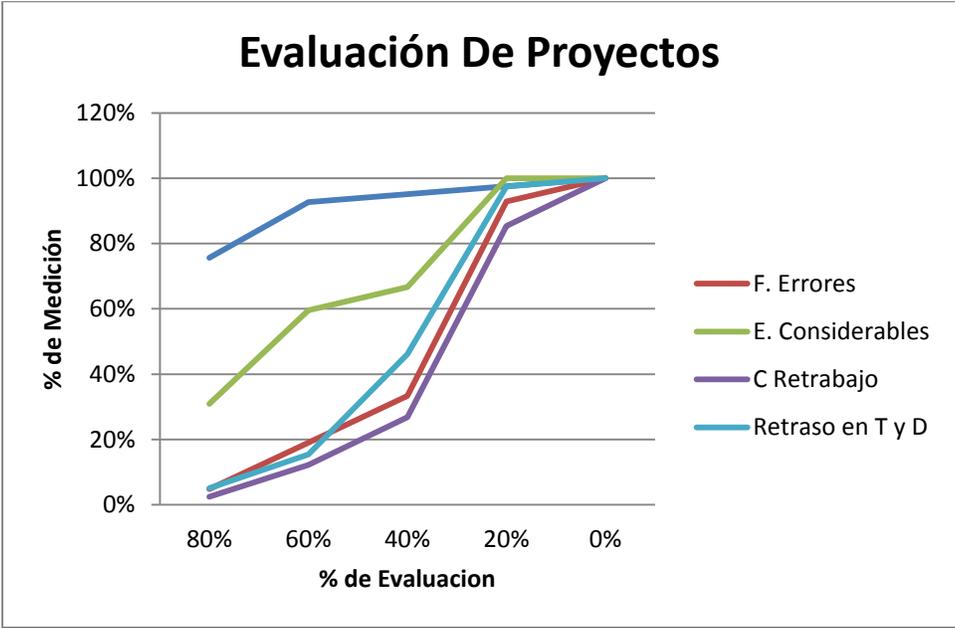


Figura 23. Evaluación de proyectos.

De acuerdo a los datos obtenidos de las tablas se puede apreciar, que los proyectos aunque en teoría son evaluados al 80% en su mayoría, casi todos presentan errores que son considerables e impactan en tiempo y costo. Por lo se puede apreciar que no se hace una revisión detallada; el área de gobierno al estar midiendo, fueron los que arrojaron datos más ciertos, ya que son los que menos revisan sus proyectos, pero son los que cuentan con una relación de cuánto cuesta el sobre costo de la obra/proyecto y cuanto impactan estos en el presupuesto

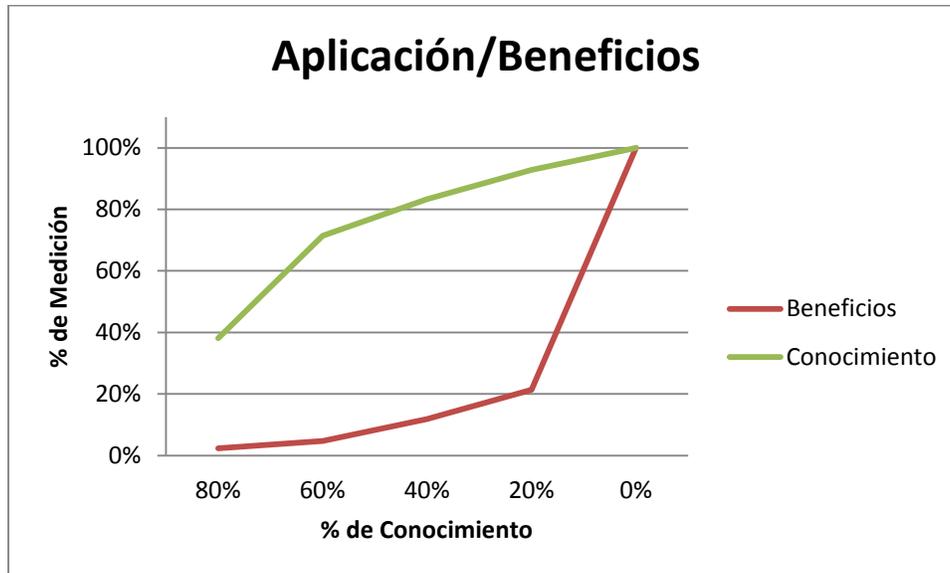


Figura 24. Aplicación y beneficios.

Para el estudio de *Value Engineering*, los resultados fueron mejor de lo que se esperaba, ya que a pesar de no conocer esta nueva herramienta, al ver que sus resultados impactan directamente al ahorro, evitar errores y cumplir en tiempo y forma con las obras/proyectos. Tuvo gran aceptación y tiene grandes posibilidades de ser implementado en un futuro.

Por los demás, resultados obtenidos en las tablas anteriores, lo principal que se busca es reducir errores, mejorar los presupuestos y que de llegarse a aplicar el estudio serían bien aceptadas las recomendaciones y el pago no sería el adecuado, pero están dispuestos a aportar entre un 10% y 15%.

3.5 Observaciones y Comentarios

Dentro del análisis se midió, se analizó y se juntaron varias áreas para dar respuesta a las incógnitas que esta tesis buscaba resolver. Una de las principales dificultades fue que las mediciones eran muy cerradas, por lo que varias de las respuestas se tenían que entender y medir de otra manera para poder interpretar los resultados, se estandarizaron parámetros y se analizaron las respuestas directamente de la tabla de resultados para su mejor interpretación y medición.

Conclusiones

Introducción

Con esta parte se da por concluido el estudio, en el cual se muestran los resultados obtenidos en la tesis. Con el presente estudio se dan los resultados de los objetivos planteados en la Introducción en la cual se marcaron cuáles eran los principales objetivos del presente, se muestran los resultados obtenidos del capítulo de medición y del capítulo de análisis, porque para qué sirven los datos si una correcta interpretación de los mismo.

Cabe mencionar que el presente trabajo aportó gran conocimiento no sólo a nivel personal sino que las personas que fueron encuestadas se interesaron mucho en el resultado del presente, los cuales solicitaron al momento de terminar la medición que se les informara del resultado de este estudio.

El trabajo se realizó investigando a particulares, así como también a los órganos ejecutores, en este caso la JEC (Junta Estatal de Caminos), SSZ (Servicios de Salud de Zacatecas) y CEAPA Comisión Estatal de Agua Potable y Alcantarillado), los cuales nos proporcionaron los datos para obtener los resultados que se muestran a continuación.

Conclusiones

En este apartado se muestran los resultados obtenidos a partir de nuestra hipótesis que fue:

“El uso de la herramienta *Value Engineering*, mejorará la eficiencia en costo y tiempo de las obras en la construcción moderna.”

De ahí se partió para plantear los objetivos los cuales se dividieron en dos, generales y específicos los cuales aparecen a continuación:

Objetivos generales:

- Dar a conocer esta nueva herramienta al los constructores del área de estudio.
- Estudiar el análisis de proyectos para su elaboración y ejecución.
- Proponer un modelo para su demostración.

Objetivos específicos:

- Detectar uso las herramientas para el control en la construcción actualmente.
- Detectar si existe alguna resistencia al cambio.
- Sector más vulnerable a sobre costo y atrasos en obra.

Las Respuestas obtenidas a los Objetivos fueron las siguientes:

Que se dio a conocer la herramienta, con una aceptación mayor a la esperada, por lo que el objetivo de su posible demostración esta en puerta; por los tiempos del presente trabajo el modelo se quedará para futura línea de investigación.

Para la elaboración de proyectos, como se mencionó en el capítulo 3; son revisados y evaluados pero siguen siendo susceptibles de presentar errores y estos impactan directamente en costo y tiempo.

El uso de herramientas es muy bajo, sólo se conocen ciertos principios, por lo que es una de las respuestas de más peso para fundamentar el resultado positivo a nuestro estudio, en el cual el uso de *Value Engineering* puede hacer más eficiente en costo y tiempo a la construcción moderna.

Los sectores más vulnerables fueron los que se tienen contratos con Gobierno del Estado, el resultado se obtuvo de la medición de los sectores y contrate, ya que los contratistas de Caminos, Hidráulica, Eléctrica y Proyectos son contratados principalmente por Gobierno, siendo este el que menos atención pone a la revisión de proyectos.

Y por último, una de las respuestas más importantes del estudio que nos arrojó es que la resistencia al cambio no depende de la edad, sino de la persona a la que se le presenta el cambio ya que, durante el estudio el rango de edades no nos arrojó que la resistencia al cambio dependiera de la edad de los encuestados.

Recomendaciones

Las recomendaciones al presente estudio son las siguientes:

- 1.- Revisar sus proyectos antes de presupuestar.
- 2.- Analizar cuál es la función del proyecto.
- 3.- Realizar un plan de contingencia ante los posibles errores para minimizarlos.
- 4.- Realizar chequeos y monitoreo durante la ejecución de los trabajos.
- 5.- Crear una relación de costo y atraso por cuestiones de re trabajos en las obras.
- 6.- Tomar cursos de nuevas tecnologías en construcción.
- 7.- Tomar la iniciativa ante nuevas tecnologías en la construcción.

Futuras líneas de investigación

Las futuras líneas de investigación de acuerdo a los datos obtenidos de la presente tesis serían:

“Aplicación de *Value Engineering*”

“Eficiencia de *Lean Construction* a la Construcción Moderna”

“*Just in time*, posible solución al robo hormiga en las obras”

Posible aplicación:

Un proyecto que nos acaba de ser autorizado es el de una planta tratadora en el municipio de Rio Grande en el estado de Zacatecas, en el cual se hará la aplicación, pactando con el supervisor de obra, su jefe inmediato y el director de la dependencia, se iniciará con un modelo parecido al que se enunció en el marco teórico.

Bibliografía:

Anthony j. and Steve Howard (2005) "The Good And The Bad Of Value Engineering"
Archit. Eng. 7, 40 (2001), Doi: 10.1061 / (ASCE) 1076 Hasta 0431 (2001).

Donald E. Parker (1998), "Value Engineering Theory".

[Http://Www.Monografías.Com/Trabajos13/Fast/Fast.Shtml](http://Www.Monografías.Com/Trabajos13/Fast/Fast.Shtml).

Internet Web Site: Correa, L,"Ingeniería Del Valor", Internet Web.

Javier Masini, AVS, Proyecto De Value Engineering: Estación De Bombeo.

Lawrence D. Miles,"Thecniques Of Value Analisys And Engineering, 3rd Edition".

Leed para la Nueva Construcción versión 3.

Montenegro, Fragoso Manuel (2010), "Guía Práctica Para Elaborar Tesis".

Richard J. Park (1998), "A Plan For Invetion".

SAVE International Value Standard, (2007) Edition West Virginia Department of
Transportation Division Of Highways Engineering Division.

Site[Http://Www.Haskell.Com/Upload/Newslibrary/Whitepapers/Es/Value_Engineering.Pdfj](http://Www.Haskell.Com/Upload/Newslibrary/Whitepapers/Es/Value_Engineering.Pdfj).

Scott Cullen (2010) "Value Engineering".

Value Engineering Program Guide for Design and Construction.